



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Jesse Kuismin

# LVI-tekniinen kohdekansio kiinteistöylläpidolle ja huollolle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

3.6.2020

Tekijä Otsikko	Jesse Kuismin LVI-tekniinen kohdekansio kiinteistöylläpidolle ja huollolle
Sivumäärä Aika	41 sivua + 1 liite 3.6.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	palvelupäällikkö Erkki Vuorio lehtori Markku Leino
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli laatia prosessi, jolla saadaan tuotettua LVI-tekniinen kohdekansio kiinteistöylläpidon ja huollon työtehtävien tueksi Are Oy:lle. Työ aloitettiin selvittämällä, minkälaisiin kohteisiin olisi hyötyä tuottaa kohdekansio, määrittämällä minkälaisista LVI-teknisistä järjestelmistä ja niiden teknisten tietojen keräämisestä kohdekansiomuotoon työssä on eniten hyötyä.</p> <p>Prosessin luomisen aikana pohdittiin myös, mitkä ovat tärkeimpiä LVI-tekniisiä järjestelmiä, jotka vaikuttavat eniten kohteen käyttöön. Koska kiinteistöjen LVI-tekniisten järjestelmien määrä ja tiedon määrä kasvaa kiinteistössä, sekä järjestelmät voivat olla hajautettuna ympäri kiinteistöä, niiden sijaintitiedot sekä tekniset tiedot on syytä kerätä kohdekansioon.</p> <p>Kohdekansion laatimisen prosessin laatimisen aikana kiinnitettiin erityisesti huomiota siihen, että kohdekansion tietojen selvittämisessä voidaan käyttää mahdollisimman kiinteistössä ja huoltokirjoissa olevaa materiaalia ja dokumentteja. Prosessin piti myös olla monistettavissa mahdollisimman helposti useisiin kohteisiin.</p> <p>Kohdekansion laatimisessa tulee olla yleiskäsitys kiinteistöjen LVI-tekniisten järjestelmien toiminnasta ja niiden vaatimista ylläpidon ja huollon tehtävistä. Insinööriyössä laaditun LVI-tekniisen kohdekansion prosessin pohjalta laaditaan kohdekansio Mall of Triplasta.</p>	
Avainsanat	huolto kiinteistönhoito ylläpito talotekniikka

Author Title	Jesse Kuusmin HVAC Dossier for Property Maintenance
Number of Pages Date	41 pages + 1 appendix 3 June 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Vuorio Erkki, Service Manager Markku Leino, Senior Lecturer
<p>The goal of this thesis was to produce a process for the creation of a technical dossier with information and locations of the most important HVAC systems in a property to aid in property maintenance. The process was to be flexible so that it could be implemented in a wide range of property types, and the information presented in the dossier would be easy to revise.</p> <p>The process was created on the basis of literature about the most common HVAC systems and their maintenance. Furthermore, the most critical parts in the systems whose failure would affect the operation of the system the most were identified. The information presented in the dossier was to be as clear and straight forward as possible.</p> <p>The final year project was successful in creating a process for the creation of a HVAC dossier to help the property maintenance in their daily, weekly and monthly tasks and to ease the servicing of HVAC systems. The process will be applied first on properties that have a high number of HVAC systems installed in several locations. The dossier creation process can be developed further to also suite electrical and building automation systems.</p>	
Keywords	service, maintenance, upkeep, building services engineering

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kiinteistön yllä- ja kunnossapito	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Tavoitteet	2
2.3	Huoltokirjat	3
3	Talotekniset järjestelmät	4
4	Lämmitys	4
4.1	Kaukolämpö	4
4.2	Lämmönjakokeskus	6
4.3	Ylläpito ja huolto	7
5	Jäähdytys	8
5.1	Kaukojäähdytys	8
5.2	Kylmälaitteet	11
5.2.1	Kompressorit	11
5.2.2	Höyrystin ja lauhdutin	13
5.2.3	Ylläpito ja huolto	15
6	Käyttövesi ja viemärointi	16
6.1	Käyttöveden putkisto ja varusteet	16
6.2	Viemärointi, erottimet ja pumppaamot	17
6.3	Ylläpito ja huolto	17
7	Ilmanvaihto	18
7.1	Ilmanvaihtokoneet	19
7.2	Huolto ja ylläpito	23
8	Ylläpidon kohdekansio	23

8.1	Kohdekansion idea lyhyesti	23
8.2	Ylläpidon kohdekansion laatimisen prosessi	24
8.2.1	Kohdekansion tarpeen selvitys	24
8.2.2	Kohdekansion tietojen keräys	25
8.2.3	Kohdekäynnit	29
8.3	Kohdekansion sisältö	30
8.3.1	Laitteistojen tekniset tiedot	30
8.3.2	LVI-paikannuskaaviot	32
9	Ongelmat ja ratkaisut	36
9.1	Kohdekansioon lisättävien tietojen rajaus	36
9.2	Kuvien muokkaus	37
10	Yhteenveto	39
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Kohdekansion kartoituksen tarkistuslista	

## Lyhenteet

DWG      AutoCAD-ohjelmistolle laadittu tiedostomuoto

PDF      Portable Document Format, Adoben laatima tiedostomuoto

## 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda prosessi, jossa selvitetään kiinteistöylläpitokohteiden tarve kohdekansion luonnille ja sen vaadittavalle sisällölle kiinteistöylläpidon yrityksen Are oy:n kannalta. Työssä kerrotaan lyhyesti ammattitaitoisen kiinteistön yllä- ja kunnossapidon hyödyistä, sekä tärkeimmistä taloteknisistä järjestelmistä.

Työssä käsitellään, mitkä tiedot ovat tärkeimpiä ja vaikuttavat eniten töiden sujuvuuteen sekä tehokkuuteen kiinteistön ylläpidon ja huollon tehtävissä työskenteleville. Prosessi pyrittiin laatimaan siten, että kaikkea jo kiinteistössä olevaa materiaalia ja tietoa saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman paljon, materiaali tulee myös olla mahdollisimman helposti muokattavissa.

Kohdekansion luonnilla tehostetaan tärkeiden tietojen saatavuutta nopeasti, mikä parantaa työtehoa kohteissa. Myös vikojen selvitys ja korjaus helpottuvat, kun LVI-laitteistojen tekniset tiedot ovat yhdessä selkeästi luettavassa ja helposti muokattavissa olevassa muodossa.

Kohdekansion LVI-paikannuskuvien tulee myös olla selkeät ja helposti luettavissa. Teknisten huoltojen suorittaminen myös nopeutuu, kun kaikki ilmanvaihtokoneet, lämmönsiirtimet, sähköpääkeskukset, jäähdytyslaitteistot ja rakennusautomaation laitteet on selkeästi merkitty. Kohdekansiosta on erityisesti hyötyä päivystäjille ja kiinteistöhoitajien tuuraajalle, kun mitä suurempi kohde on kyseessä.

Prosessin pohjalta laadittiin kohdekansio Mall of Triplaan, joka valittiin sen laajuuden vuoksi. Se sisältää ylläpidon ja huollon kannalta tärkeimmät LVI-laitteistojen sijainnit, laitteistojen tekniset tiedot, valmistajien huolto-ohjeet ja muokattiin selkeämmät LVI-paikannuskuvat.

Kuvien muokkaamisen osalta jouduttiin turvautumaan avoimeen kuvankäsittelyohjelmaan johtuen siitä, etteivät ylläpidolle DWG-muotoiset kuvat ole aina saatavilla ja että PDF- kuvien muokkaus helpottuu. Kohdekansiolla saatiin tehostettua kiinteistöhoitajien työtehoa sillä, että laitteistojen tiedot ja sijainnit ovat helposti saatavilla.

## 2 Kiinteistön yllä- ja kunnossapito

### 2.1 Yleistä

Kiinteistön ylläpidon tavoitteena on säilyttää rakennuksen terveellisyys, turvallisuus ja käyttökelpoisuuden vaatimukset. Myös rakennuksen energian huoltoon liittyvät järjestelmät on pidettävä kunnossa siten että, ne vastaavat rakennuksen energiatehokkuuden vaatimuksia. [1]

Näihin tavoitteisiin liittyy myös kiinteistön elinkaariajattelu. Elinkaariajattelun pohjana on säilyttää kiinteistön käyttäjän tarpeet täyttävä käyttö mahdollisimman edullisin kokonaiskustannuksin rakennuksen käytön ajan. Nämä voidaan täyttää siten, että rakennus on mahdollisimman hyvin rakennettu laadukkailla ja kestävillä rakennusmateriaaleilla, sekä mahdollisimman energiatehokkaaksi. Tilojen helppo muunneltavuus eri käyttötarkoituksiin on osana elinkaariajattelua tilojen käyttäjien tarpeiden mukaan. [2, s. 19.]

Kiinteistön elinkaaren ja korjaustarpeen pituuteen vaikuttaa, se että kiinteistöä hoidetaan ammatillisesti ja ajallaan. [2, s. 37.]

### 2.2 Tavoitteet

Kiinteistön yllä- ja kunnossapidon piiriin kuuluvat kiinteistönhoito ja tekniset huollot. Näillä varmistetaan, että rakennus toimii ja tuottaa hyviä palveluita eli tiloja sen käyttäjille. Näihin tehtäviin kuuluvat myös vaurioiden minimoiminen ja elinkaariajattelun pohjalta mahdollisimman pitkä käyttöikä. [2, s. 38.]

Pitkän käyttöiän vaatimuksena on se, että kaikki kiinteistön laitteet ja järjestelmät ovat huollettu ajallaan ja oikein ammattimaisesti. Tällä varmistetaan, että laitteet ja järjestelmät toimivat suunnitellusti ja energiatehokkaasti [2, s. 39.]



## 2.3 Huoltokirjat

Kiinteistönhoidon yleisin työkalu on huoltokirja. Se on asiakirjakokonaisuus, johon kaikkien teknisten laitteiden ja järjestelmien käyttötehtävät on kirjattu. Kun huoltokirja on laadittu hyvin, se mahdollistaa oikein toteutetut määräaikaishuollot ja ylläpitää kiinteistön energiatehokkuutta. Hyvä huoltokirjan noudattaminen vähentää laiminlyöntejä sekä energiatehokkuus säilyy. Huoltokirjaa voi käyttää työkaluna, kun määritellään tarvittavaa kiinteistönhoidon määrää ja ylimitoitettuna kiinteistönhoidon kustannukset nousevat tarpeettomasti. [2, s. 40–41.]

Huoltokirja on pakollinen uudisrakennuskohteissa ja perusparannushankkeissa. Sen laatiminen aloitetaan jo hankevaiheessa siten, että lopputuloksena on tietopaketti, jolla kiinteistönhoito ja huoltaminen onnistuvat siten, että kiinteistö pysyy käyttökelpoisessa kunnossa. Vanhojen rakennusten huoltokirjan laadinta ylläpidon tueksi on perusteltua milloin vain ja sitä voidaan täydentää korjausten edetessä. [2, s. 41.]

Huoltokirja laaditaan yksittäistä rakennusta varten. Tämä tarkoittaa sitä, ettei ulkopuolinen kiinteistöpalveluyritys voi olla kytköksissä sen laatimisessa. Tämä mahdollistaa rakennuksen kiinteistöpalveluiden kilpailuttaminen vapaasti ja sen soveltumisen kiinteistöpalveluiden käytettäväksi. Huoltokirjat voivat olla sähköisessä tai fyysisessä muodossa. [2, s. 43.]

Huoltokirjassa on myös yleensä teknisten järjestelmien huoltojen aikataulutus sekä teknisen huollon piiriin olevat laitteistot sekä valmistajan huolto-ohjeet. Hoitamalla taloteknisten järjestelmien huollot aikataulussa edesautetaan rakennuksen hyvän sisäilmaston laadun aikaansaamista. Näistä syistä teknisten huoltojen suorittaminen kuuluu tärkeimpiin kiinteistönhoidon tehtäviin. Huoltojen ja tarkastuksien aikataulujen sopimisen tulee olla kirjattuna asiakkaan palvelusopimukseen. [2, s. 44.]

### 3 Talotekniset järjestelmät

Talotekniset järjestelmät muodostuvat kiinteistön teknisten ja laitteiden kokonaisuudesta, suurin osuus koostuu LVI-teknisistä järjestelmistä, joiden tehtävänä on tuottaa rakennukseen terveelliset sisäolosuhteet, johtaa puhdasta vettä turvallisesti ja kuljettaa jätevedet asianmukaisesti pois. Näihin järjestelmiin kuuluvat lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto ja käyttöveden ja viemärointi. Tärkeää on kyseisten järjestelmien toimiminen ympäristöä säästäen ja energiatehokkaasti. [3] Taloteknisten järjestelmien toiminta ja niiden ylläpito sekä huolto on esitetty kappaleessa 4, 5, 6 ja 7. Kun LVI-tekniikan järjestelmien kunto on hyvä, tapahtuu käyttäjiä häiritseviä vikatilanteita vähemmän.

### 4 Lämmitys

Lämmityksen tarkoituksena on tuottaa viihtyisät sisäolosuhteet rakennuksen käyttäjille, hyvänä lämpötila tasona oleskelutiloissa on +21 celsiusastetta. Oikeanlaisella lämpötilalla oleskelutilassa on todettu olevan vaikutusta työtehokkuuteen, jos tiloissa on liian kuuma tai kylmä saattaa työteho heikentyä viihtyvyyden laskiessa. Tilan viihtyisän lämmityksen takaamisella on myös tuotannollisia ja näin ollen rahallisia vaikutuksia. [4, s. 18, 19.]

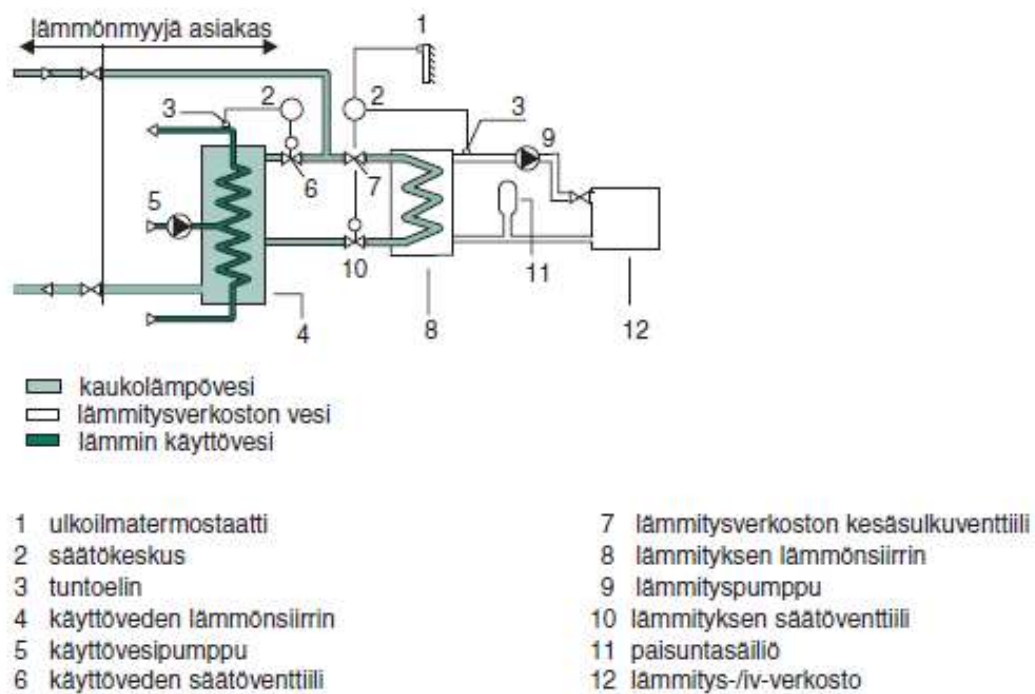
Lämmitysjärjestelmän toisena tehtävänä on myös tuottaa lämmintä käyttövettä. Lämpimän käyttöveden yleisimmät tuottotavat ovat sähkö, kaukolämpö tai lämpöpumput. Lämpimän käyttöveden tavoitelämpötilaväli on 55°C–65 °C. Näillä lämpötilan asetusarvoilla vältetään palovammat liian kuumasta vedestä sekä estetään Legioonella-bakteerien kasvu ja säilyminen. [5, s. 33.]

#### 4.1 Kaukolämpö

Yleisin rakennusten lämmitystapa Suomessa on kaukolämmitys, noin puolet kaikista rakennuksista on lämmitetty kaukolämmöllä. Kaukolämmityksen hyötyjä rakennuksen lämmittämiseen ovat sen energiatehokkuus ja edullisuus. [6, s. 2.] Kaukolämmityksellä voidaan täyttää kiinteistön kaikki lämmöntuotannon tarpeet, joista yleisimpiä kohteita ovat käyttöveden, lämmitysverkoston ja ilmanvaihdon verkostot.

Kaukolämpö tuodaan kiinteistöön kaukolämpöverkkoa pitkin, minkä jälkeen se kierrätetään asiakkaan lämmönjakokeskuksen (kuva 1) lämmönsiirtimien kautta takaisin lämmitettäväksi tuotantolaitokseen. Kaukolämpöverkko on suljettu järjestelmä, eli kaukolämpövesi ei sekoitu siirtimessä, Kaukolämmön tuotantolaitokset tuottavat yleensä myös sähköä, jolla laitoksen polttoaineen energiasta voidaan käyttää suurempi osa hyödyksi. [6, s. 3.]

Kaukolämmön tuotannon polttoaineina voivat olla fossiiliset polttoaineet kuten öljy, hiili tai maakaasu sekä uusiutuvat polttoaineet kuten puu tai turve. [6, s. 3.]



Kuva 1. Lämmönjakokeskuksen toimintaperiaate. [6]

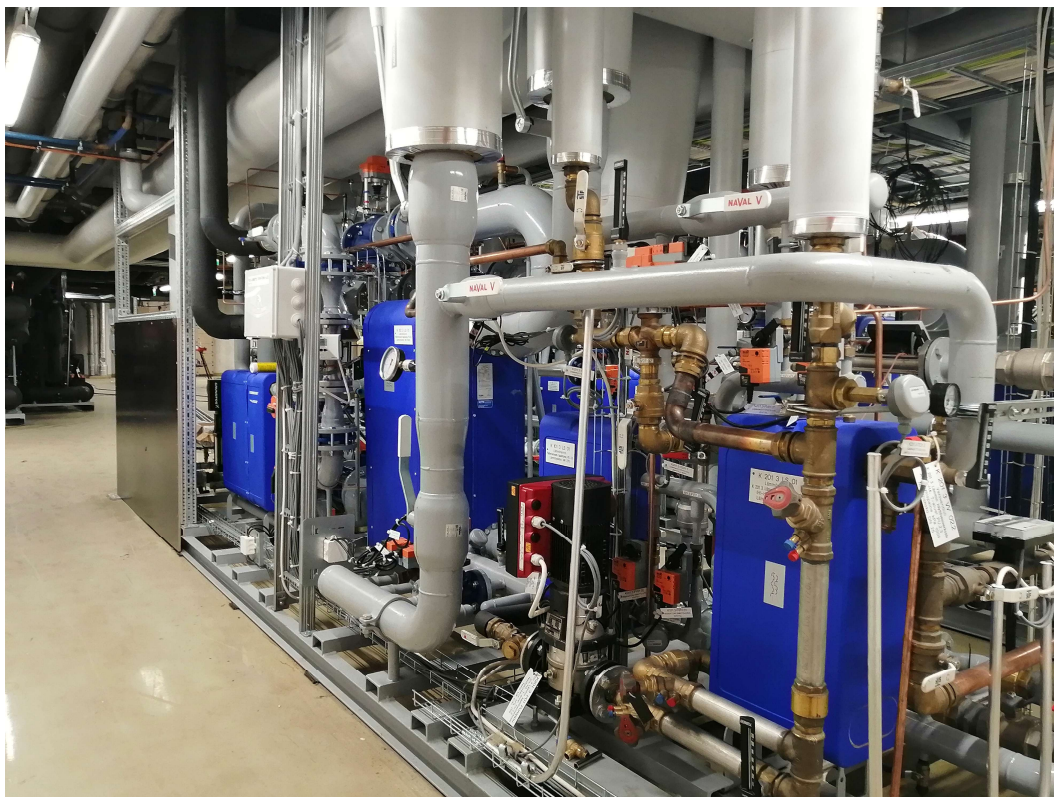
## 4.2 Lämmönjakokeskus

Lämmönjakokeskus on kaukolämmön asiakkaan hankkima tehdasvalmisteinen kokonaisuus, joka liitetään lähelle kaukolämpöverkkoa lämmönmyyjän hyväksymälle paikalle. Lämmönmyyjä liittää asiakkaan kaukolämpölaitteen lianerottimen jälkeen mittauskeskukseen ja sulkuventtiiliin. Nämä ovat ensimmäiset asiakkaan huolto- ja hoitovastuulla olevat laitteiston osat. Lisäksi lämmönjakokeskuksen kytkentäkaavio on pidettävä nähtävillä lämmönjakuhuoneen seinällä. [6, s. 5.]

Lämmönjakokeskus (kuva 2) koostuu lämmönsiirtimistä, säätölaitteista, kiertovesipumpuista, paisunta- ja varolaitteista, putkistoista ja venttiileistä. Lämmönsiirtimet on mitoitettu lämmöntuoton tarpeisiin lämmitystehojen ja käyttökohteittain. Ne on yleensä valmistettu haponkestävästä tai ruostumattomasta teräksestä. Lämmönjakokeskuksen säätölaitteet varmistavat, että kaukolämpöveden virtaama vastaa aina kaukolämpöasiakkaan tarvitsemaa lämpötehoa siten, että huonelämpötilat pysyvät tasaisina. [6, s. 5.]

Säätölaitteet myös varmistavat, että rakennuksen energiankulutus on mahdollisimman pientä. Kiertovesipumput on mitoitettu tarvittaville vesivirroille ja paine-eroille, mitkä kiertävät lämmönjakokeskuksen lämmitysverkostojen veden käyttökohteisiin. Käyttövesiverkoston pumpun vaatimuksena on, että käyttövesi on tarpeeksi nopeasti käyttöpisteellä eikä sitä saa pysäyttää. [6, s. 5.]

Paisuntalaitteistolla varmistetaan, että verkostossa pysyy riittävä painetaso sekä vastaanotetaan veden lämpötilamuutosten tilavuuden vaihtelu. Varolaitteilla suojataan verkosto toimintahäiriöiltä, jossa verkoston paine pääsee nousemaan liian suureksi, mistä voi seurata laitteiston rikkoontuminen. Muita varusteita lämmönjakokeskuksessa ovat paine- ja lämpömittarit, joilla voidaan seurata lämpötiloja ja painetasoja. [6, s. 5.]



Kuva 2. Lämmönjakokeskus. Kuvaaja Jesse Kuismin.

#### 4.3 Ylläpito ja huolto

Kiinteistöylläpidon tehtäviin kuuluvat lämmönjakokeskuksen tarkastukset ja toimenpiteet, joissa luetaan kaukolämmön kulutuksen mittaukset, sekä toimittaa tiedot kaukolämmön myyjälle tai kiinteistöä isännöivälle yritykselle. Kulutettua kaukolämmönenergian määrää tulee myös seurata ja tarkastella laitteiden säätöjä ja kuntoa, jos kulutus on huomattavasti korkeampi edelliseen vuoteen verrattuna. [4, s. 112.]

Lianerottimen tarkastus ja puhdistus ovat tärkeitä, jottei lämmityksen saanti rajoitu. Tukkeutuneen lianerottimen oireita voivat olla lämpimän käyttöveden alhainen lämpötila tai kaukolämmön ensiöpuolen painemittarit, jotka näyttävät lähes samoja lukemia. [4, s. 112.]

Lämmönsiirtimien kunnossapidon ja huollon tarve on vähäinen, mahdollisten vuotojen ja vuotojälkien tutkiminen on kuitenkin tärkeää. Kaukolämmön tuottajat lisäävät kaukolämmön veteen väriainetta, joka helpottaa havaitsemaan vuodot. Lämpimän käyttöveden siirtimen vuodon voi havaita, jos hanasta laskettaessa vesi on värjäytynyt. Lämmitysverkoston siirtimen sisäinen vuoto aiheuttaa varoventtiilin vuotoa, syynä voi myös olla auki oleva täyttöventtiili. [4, s. 114, 115.]

Kiinteistön lämmitysverkon veden lämpötilaa ohjataan säätökäyrällä, joka on talokohtaisesti säädetty. Säätökäyrän asettelu tapahtuu ohjelmallisesti ja määrittää tietyt verkoston lämpötilat ulkolämpötiloille. Säätökäyrällä oleva lämpötilan tulee olla sama kuin lämmitysverkoston lämpömittareiden, jos lukemat vaihtelevat saattaa, säätölaitteissa olla vikaa. [4, s. 113.]

Paisuntasäiliöstä tarkastetaan, että esipaineen arvo on suunnittelijan mukaan ja painetta lisätään tarvittaessa oikeaan tasoon. [3 s. 98.]

Lämmitysverkoston pumpput eivät tarvitse säännöllistä huoltoa, koska pumppujen akseli-tiivisteet ovat mekaanisia liukurengastiivisteitä, jotka tulee vaihtaa vasta kun se vuotaa. Moottorin laakerit on myös suunniteltu kestävänsä useita vuosia jatkuvassa käytössä, ja ne ovat kestovoideltuja. [4, s. 128.]

Kaikissa huoltotoimenpiteissä tulee muistaa noudattaa valmistajan ohjeita.

## 5 Jäähdytys

### 5.1 Kaukojäähdytys

Maailmanlaajuisesti jäähdytys kuluttaa valtavan määrän energiaa sekä jäähdytystavan valinnalla voidaan merkittävästi vaikuttaa kasvihuonepäästöihin ja energiatehokkuuteen. Kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen edistämiseen kehottaa myös Euroopan unioni. Verrattuna koneelliseen kiinteistökohtaiseen jäähdytysjärjestelmään Helsingin Energian kaukojäähdytysverkoston energiatehokkuus on noin viisinkertainen. Liikekiinteistöt, toi-

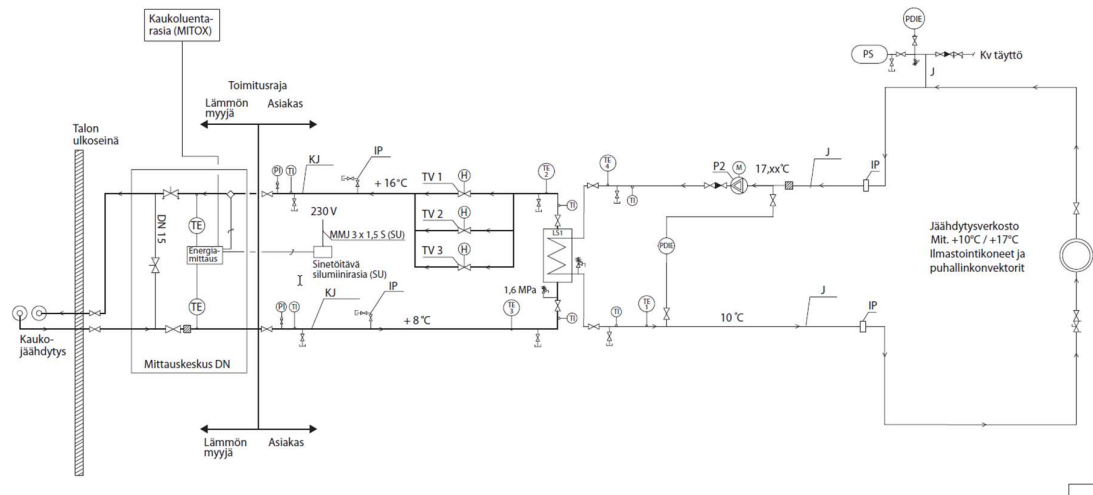
mistot, myymälät ja asuinkiinteistöt voivat käyttää kaukojäähdytystä. Kiinteistöjen koneelliset jäähdytysjärjestelmät voidaan korvata kaukojäähdytyksellä, tällä saadaan tuotettua sähkökulutukseen säästöjä eikä kylmäainevuotoja voi tapahtua. [7, s. 1.]

Lämmitys- ja jäähdytysenergian tuotannon ulkoistaminen mahdollistaa kiinteistön omistajan resurssien keskittämisen liiketoimintaansa, ja riski jäähdytystuotannon toiminnallisuudesta ja tiukentuvista kylmäalan lainsäädännön vaatimusten vaikutuksista poistuu. Kaukojäähdytystä käyttävät kiinteistöt säästävät kylmälaitteiden huollosta ja kunnossapidosta aiheutuvilta kustannuksilta, ja luovuttavat laitteille varatut tilat muuhun käyttöön. Se on myös pitkäaikaisempi ja edullisempi järjestelmä verrattuna koneelliseen jäähdytysjärjestelmään [7, s. 1.]

Kaukojäähdytyskeskukseen kuuluvat varusteet ovat lämmönsiirtimet, säätölaitteet, venttiilit ja toisiopuolen pumpput sekä paisunta- ja varolaitteisto, jotka näkyvät (kuvassa 3) kaukojäähdytyksen esimerkkikytkentä. Kaukojäähdytyskeskuksen siirtimet ovat mitoitettu siten että ne vastaavat suurinta tarvittavaa hetkellistä jäähdytystehoa. Säätölaitteiston tehtävä on säätää jäähdytystä siten, että kaikissa tilanteissa mahdollisimman viihtyisä sisäilmasto tavoitetaan mahdollisimman pienellä tehontarpeella energiatehokkaasti.

Venttiileillä mahdollistetaan järjestelmän osien sulku ja huolto tarvittaessa. Toisiopuolen pumpuilla kierrätetään verkoston jäähdytysvesi käyttökohteelle, ja ne on mitoitettu vastaamaan lämmönsiirtimien toiminta-arvojen mukaan. Paisuntalaitteisto ottaa järjestelmän tilavuuden muutokset vastaan, ja varoventtiili suojaa laitteistoa vikatilanteessa, jossa paine pääsee nousemaan suunnitellusta. [7, s. 5–10.]





Kuva 3. LVI 34-10557 Kaukojäähdytyksen esimerkkikytkentä. [8]

Kaukojäähdytyskeskuksen (kuva 4) toimintaperiaate on sama kuin kaukolämmössä. [9, s. 1.] Tällöin voidaan hyödyntää samoja huoltotoimenpiteitä kuin kaukolämmityksessä.



Kuva 4. Kaukojäähdytyskeskus. Kuvaaja Jesse Kuismin.



## 5.2 Kylmälaitteet

Kylmälaitteista puhutaan silloin kun hyödynnetään kylmäaineen höyrystymiseen ja lauhutumisen prosessia. Kylmälaitteita voidaan soveltaa elintarvikkeiden kylmäketjussa ja prosessiteollisuudessa. Lämpöpumput kuuluvat myös kylmälaitteiden piiriin, joskin ne ovat kylmätekniikan erikoisalue. [10, s. IX.]

Kylmäaineena voidaan käyttää hiilidioksidia, ammoniakkia tai syntetisoituja aineita, joista esimerkiksi R22 on kielletty sen ympäristövaikutusten vuoksi. Kylmäaineilla on annettu GWP-arvo (Global Warming Potential), joka kertoo kylmäaineen kasvihuonevaikutuksen verrattuna hiilidioksidiin sadan vuoden jaksolla. [10, s. 102–103.]

Kylmäprosessissa puristetaan kylmäaine korkeapaineiseksi höyryksi, minkä jälkeen kuuma kylmäainehöyry ohjataan lauhduttimelle, jossa kylmäaine nesteytyy paisuntalaitteistolle. Paisuntalaitteisto säätelee nestemäisen kylmäaineen määrää höyrystimelle, jossa neste sitoo jäähdytettävän tilan lämmön ja höyrystää kylmäaineen kompressorille puristettavaksi ja prosessi alkaa alusta. [10, s. 66.]

### 5.2.1 Kompressorit

Mäntäkompressoreilla on pitkä historia kylmälaitteiden puristamisessa. Mäntäkompressorien ominaisuutena on niiden pitkäikäisyys johtuen pienestä männän nopeudesta. Mäntäkompressorit ovat kehittyneet pienikokoisemmiksi sekä kevyemmiksi samalla kun tehontarpeet ovat kasvaneet. Tämä on vaatinut rakenneaineiden kehittymistä öljyissä, voitelussa sekä eristämisessä. [10, s. 128.]

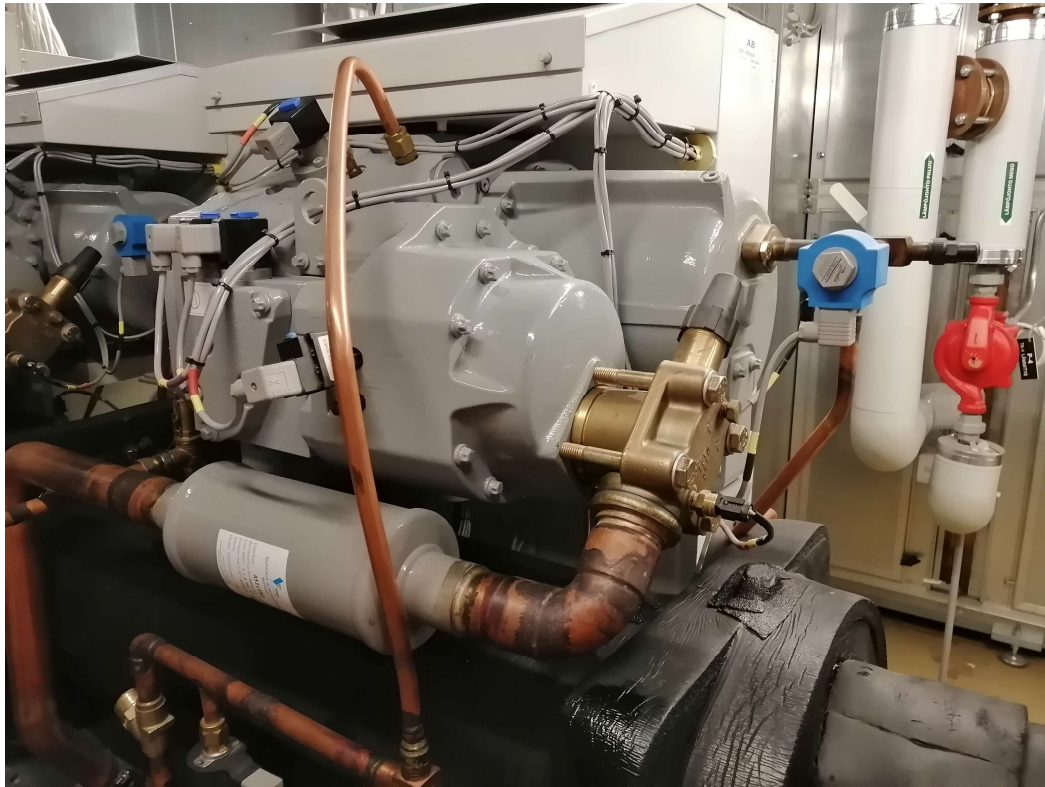
Yleisempinä mäntäkompressorityyppeinä on hermeettinen kompressor, jossa kaikki kompressorin koneiston osat ovat umpihitsatussa kotelossa kuoren alla, jossa kylmäaine jäähdyttää kompressorin. Hermeettisten kompressoreiden etuina ovat suoja ulkoisilta vaikutuksilta, hiljainen käyntiääni ja tehokas jäähdytys. Hermeettisten kompressorien haittoina ovat tuottosuhteen lasku lämpötilojen noustessa sekä, että vikojen korjaus on vaikeaa. [10, s. 128.]

Kun vaaditaan suuria tehoja, käytetään puolihermeettisiä mäntäkompressoreja niiden huollettavuuden vuoksi. Puolihermeettisissä mäntäkompressoreiden kuori pultataan kiinni hitsaamisen sijaan. Tämä mahdollistaa kompressorin vikojen korjaukset. [10, s. 140.]

Ruuvikompressorin toiminta voi perustua kahden rinnakkain pyörivän ruuvin ja kompressorin kuoren väliseen puristustilaan, jossa ruuvien kääntyessä puristustila kulkee päästä päähän pienentyen. Ruuvikompressor (kuva 5) voi käyttää myös yhden ruuvin periaatetta, jossa puristustila erotetaan kahdella sulkupyörällä.

Ruuvikompressorit jäähdytyskäytössä ovat öljyruiskutteisia, jolla luodaan tiivistävän öljykalvon. Näin voidaan säästää roottorien valmistamiskustannuksissa toleransseja kasvattamalla. Öljyn avulla myös käyntiääntä saadaan hiljaisemmaksi sekä kompressorin kuluminen pienenee. Öljyruiskutteisissa ruuvikompressoreissa on haittana suuri öljyn määrä, joka poistuu kylmäaineen mukana kompressorilta. Tästä syystä ruuvikompressoreissa vaaditaan tehokkaat öljynerottimet.

Ruuvikompressorien etuina ovat sen pitkäikäisyys, joka johtuu ruuvikompressorin yksinkertaisesta rakenteesta, ruuvikompressorien huoltovälit voivat olla pitkiä ja ne ovat yksinkertaisia huoltaa. Myös nestemäinen kylmäaine ei riko kompressoria suoraan, vaan aiheuttaa voitelun vaarantumisen. [10, s. 148.]



Kuva 5. Ruuvikompressori. Kuvaaja Jesse Kuismin.

### 5.2.2 Höyrystin ja lauhdutin

Levylämmönsiirtimiä käytetään laajasti höyrystimissä, joilla jäähdytetään nestettä. Levyt ovat tiivistetty reunoilta tai juottamalla yhteen. Se voi myös olla pulteilla kokoon puristettu, joka mahdollistaa siirtimen avauksen sekä huoltamisen. Siirtimen tehoa voidaan kasvattaa lisäämällä levyjä. Ne ovat niiden tiiviin rakenteen ja hyvän lämmönsiirron vuoksi pienempiä sekä kevyempiä kuin vastaavat moniputkihöyrystimet. [10, s. 171.]

Ilmaa jäähdyttävät höyrystimet sitovat lämpöä ja kosteutta jäähdytettävässä tilassa kondensoimalla ylimääräisen kosteuden siirtimen pintaan. Ilmaa jäähdyttävissä höyrystimissä voidaan käyttää luonnollista ilmankiertoa, jossa ilma liikkuu ilman tiheyden eroilla. Luonnollisen ilmankierron lisäksi puhaltimilla voidaan pakotettua ilmankierto höyrystimen lävitse. [10, s. 173.]

Ilmaa jäähdyttävät höyrystimet ovat usein lamellirakenteisia. Lamellihöyrystimet vaativat tehoonsa nähden vähän tilaa ja ovat helposti muunneltavissa. Lamellisiirtimessä putki yhdistetään lamelleihin joko juottamalla tai mekaanisesti lamellikauluksella. [10, s. 174.] Puhallinhöyrystimessä (kuva 6) saadaan ilmavirta lamellin lävitse puhaltimella. Puhaltimien halkaisijoiden koko voi olla 178–800 mm.



Kuva 6. Puhallinhöyrystin. Kuvaaja Jesse Kuismin.

Ilmajäähdytteiset lauhduttimet nesteyttävät kylmäaineen ilman avulla yleensä pakotusti puhaltimella, näitä lauhduttimia kutsutaan puhallinlauhduktimiksi (kuva 7). Yleisin siirrin ilmajäähdytteisissä lauhduttimissa on lamellilämmönsiirrin, jota käytetään myös höyrystimissä. Puhallinlauhduktimissa yleisin puhallintyyppi on aksiaalipuhallin. Puhaltimia voi olla lauhduktimesta riippuen yhdestä kymmeneen. Puhaltimia voidaan ohjata useammalla puhaltimella varustetuissa malleissa taajuusmuuntajia tai elektronisesti ohjattuja tasavirtamoottoreita. [10, s. 203–204.]



Kuva 7. Puhallinnestelauhdutin lähde: (Chiller)

### 5.2.3 Ylläpito ja huolto

Pysyäkseen kunnossa kylmälaitteistot vaativat asianmukaista ja järjestelmällistä huoltoa. Toimintaa häiritseviä vikoja ja häiriöitä tulee pyrkiä korjaamaan ennen kuin laitteiston käyttö estyy. Laitteiden säännöllisellä huollolla pyritään myös pitämään sen käyttöaste suunnitellulla tasolla. [11, s. 181.]

Kylmälaitoksen huollossa kompressorista tarkistetaan aistinvaraisesti käyntiääni, voitelu ja nesteen kierto. Voimakas ääntely laakerista tai männästä vaatii kompressorin korjauksen tai vaihdon. Siitä tarkastetaan myös imu- ja korkeapaine, joita verrataan laitoksen suunniteltuihin arvoihin. Venttiilien tiiveys tarkastetaan sulkemalla kompressorin sekä imulinjanventtiili. Kompressorin vaihdevirtojen vastusten testaus kuuluu myös huoltoon. Kompressorin öljy vaihdetaan sen käyntiolosuhteiden mukaan tai jos öljyyn on päässyt epäpuhtauksia 3–5 vuoden välein. Kompressorin varolaitteiden toiminta myös tarkastetaan. [11, s. 186–187.]

Lauhduttimien huollossa tarkastetaan painekeytkimen toiminta säätöventtiilin toimita. Ilmajäähdysteiset lauhduttimet puhdistetaan tarvittaessa ja puhaltimien toimita tarkastetaan kiinnityksien, käyntiäänien ja vaihevirtojen osalta. Myös sulakkeiden koot ja lämpöreleiden säädöt ja kunto tarkastetaan. Vesijäähdysteisissä lauhduttimissa lauhduttimet harjataan tarvittaessa, puhdistetaan vesiventtiili ja säädetään suunnitetuille arvoille. [11, s. 187]

Höyrystimen huollossa mitataan höyrystymislämpötila paisuntaventtiilistä, huurtumistas ja kiintojään muodostus. Höyrystimen puhaltimissa tehdään samat tarkastukset kuten lauhduttimen puhaltimissa. [11, s. 187.]

## 6 Käyttövesi ja viemärointi

Rakennuksen kylmä ja lämmin käyttövesi kuljetetaan käyttäjille kiinteistön vesijohtojärjestelmän avulla. Käyttöveden on oltava käyttäjälle turvallista, eikä se saa tuottaa terveydellisiä haittoja. Käyttövesi ei myöskään saa olla niin kuumaa, että siitä syntyisi palovammoja. Kiinteistön vettä ei tarvitse käsitellä, jos se on peräisin vesilaitokselta. Veteen saat-  
taa matkalla irrota vesijohtoverkosta likaa, joka saattaa aiheuttaa tukoksia vesikalusteisiin. [5, s. 100.]

### 6.1 Käyttöveden putkisto ja varusteet

Käyttöveden putkiston materiaalina voidaan käyttää kupariputkea, komposiittiputkea tai muoviputkea. Kupariputken ominaisuuksia on ruostumattomuus eivätkä ilman kosteus tai muut ympäristötekijät vaikuta siihen. Kupariputkella on pieni virtausvastus ja sisäpinnan käsitellyllä autetaan suojaavan oksidikerroksen muodostumista putken sisäpintaan käyttövesijärjestelmissä. Komposiittiputki on monikerroksinen, jonka ydin on alumiiniputki mikä on pinnoitettu sisä- ja ulkopuolelta muovikerroksella. Käyttöveden verkoston varusteet mahdollistavat laitteiden huollon ja suojaavat verkostoa. Niillä pystytään sul-  
kemaan veden virtaus tai estämään liiallisen paineen muodostuminen. [5, s. 77, 83, 70.]

Käyttöveden verkoston venttiilivarusteisiin kuuluvat yksisuuntaventtiili, jonka läpi vesi virtaa vain yhteen suuntaan. Oikea virtauksen suunta on yleensä merkattu nuolella. Lämpimän veden kierron linjasäätöventtiilin tehtävänä on varmistaa, ettei lämpimän veden kierron virtaamanopeus nouse liian suureksi eroosiokorroosion vuoksi. Venttiilissä myös sulku ja säädettävä kara. Varoventtiilin, jonka tehtävä on suojata verkostoa liialliselta paineelta. Varoventtiilin avautumispaineen on oltava oikea riippuen verkosta. [5, s. 71–72]

## 6.2 Viemäröinti, erottimet ja pumppaamot

Kiinteistön viemärijärjestelmän tavoitteena on poistaa kaiken kiinteistössä normaalisti käytettävän veden luotettavasti. Viemärijärjestelmä ei myöskään saisi tuottaa ylimääräistä melua käytettäessä. Viemärijärjestelmä koostuu kokoojaviemäreistä, jotka viemäröivät useita viemäröintipisteitä, sekä kytkentäviemäreistä, jotka viemäröivät yksittäisen viemäröintipisteen. Tuuletusviemäristä, joka estää pahanhajuisten ja myrkyllisten viemärikaasujen kertymisen. Tuuletusviemäri myös jakaa ilmaa viemärihaaroille ja näin estää vesilukkojen tyhjenemisen [5, s. 179–180.]

Viemäriverkko tulee myös suojata vedenpuhdistamalla haitallisilta ja viemäriverkostoa tukkivilta aineilta, kuten hiekka, öljyt ja rasva. Näiden erotus tulee hoitaa erillisillä erotinlaitteistoilla. Erottimien toimintaa ja täyttymistä on seurattava säännöllisesti ja tyhjennettävä ajoittain. [5, s. 187–188.]

## 6.3 Ylläpito ja huolto

Kiinteistön ylläpidon tehtäviin kuuluu viikoittainen ja kuukausittainen vesi- ja viemärilaitteiden tarkastus. Käyttöveden osalta tarkastellaan näkyvät asennukset sekä hanat vuotojen osalta. Viemäröinnin osalta varmistetaan, että kiinteistön viemäreissä ei ole tukoksia ja että tiloissa, joilla ei ole käyttöä hanat tai wc istuimet eivät vuoda tai viemäriin haju ei pääse tiloihin tyhjen vesilukkojen kautta. Pumppaamoiden ja erottimien osalta tarkastetaan niiden toiminta ja hälytykset sekä tilataan tyhjennykset tai puhdistamiset tarpeen vaatiessa.

Ennen pumppaamon huollon aloittamista tulee pumppaamosta kytkeä virta pois. Pumppaamon huollossa tarkastetaan, että pumppaamossa ei ole sinne kuulumattomia roskia, sekä tarkastetaan pumppua ohjaava vipat toimivat esteettömästi ja käynnistävät pumppaamon. Huollossa tulee myös tarkastaa, että hälytystä ohjaavat vipat toimivat normaalisti. Pumppu tulee tarkastaa, jos näiden toimenpiteiden jälkeen pumppaamossa on käyntihäiriöitä. [12]

Rasvanerottimessa erotustilassa on asennettuna erotintilan täyttymisen havaitseva laite, joka tunnistaa rasvan ja veden rajapinnan. Kun erotustila on täynnä tai tapahtuu padotushäiriö, hälytysyksikkö ilmoittaa tästä valo- ja äänimerkillä. Erottimen hälytystieto voidaan kytkeä kiinni kiinteistöautomaatioon. Erottimen tyhjennyksen yhteydessä tulee muistaa puhdistaa anturit ja täyttää erotin vedellä, jotta erottimen toiminta pysyy tehokkaana. Erottimen kunto tulee tarkastaa viiden vuoden välein, jossa tarkastetaan erottimen tiiveys, anturien- ja asennuskaapelin kunto, hälytysten toiminta ja asennukset. [13]

## 7 Ilmanvaihto

Rakennusten ilmanvaihto vaikuttaa osana ihmisten viihtymiseen rakennuksissa. Ilmanvaihto myös varmistaa, että sisätiloissa on riittävästi terveellistä hengitysilmaa. Rakennuksen tiloissa on oltava riittävä ulkoilmavirta, jonka määrä riippuu tilan käytöstä ja sen epäpuhtauskuormista. Ilman epäpuhtaudet vaikuttavat tilojen viihtymisen laskevasti, jos niitä ei poisteta tehokkaasti. Näihin kuuluvat muun muassa hiilidioksidi, pöly, radon ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet. [14, s. 13–15.]

Ilmanvaihdon tavoite on saada rakennuksen sisäilmasto kaikkia tyydyttävälle ja viihtyisälle tasolle. Tämä on haastava tavoite, koska ihmiset reagoivat lämpötiloihin ja epäpuhtauksiin yksilöllisesti. Huonekohtainen ilmanvaihdon säätö on pyrittävä ottamaan huomioon, jotta kaikille saataisiin säädettyä viihtyisä tila. Viihtyvyysongelmilla on vaikutusta työntekoon ja tuottavuuteen. Tämän vuoksi tilojen sisäilman hyvä laatu on tärkeää. [14, s. 15–16.]

Tyydyttävä sisäilman laatu saadaan 6–10 dm<sup>3</sup>/s ulkoilmavirtaa henkilöä kohden, toimitoissa työteho on korkeimmillaan, kun tilan lämpötila on + 21°C. [14, s. 21–22.]



## 7.1 Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneiden tavoitteena on käsitellä ilma säädettyihin arvoihin, jotta sisäilman tavoitteet täyttyvät tiloissa. Ilmanvaihtokoneet voivat olla rakennettu moduuliosista (kuva 8) tai valmiiksi koottu tehtaalla. Ilmanvaihtokoneen osien määrä ja tyyppi vaihtelevat koneen tulo- ja poistoilmalle asetettujen vaatimusten mukaan. Koneiden tulisi olla sijoitettuna vesieristettyihin ja viemäroityihin tiloihin mahdollisten vesivuotojen ja jäätymisvahtinkojen vuoksi. [14, s. 77–78.]



Kuva 8. Ilmanvaihtokone. Kuvaaja Jesse Kuismin.

Ulkoilmasäleikkö on tuloilmakoneen osa, jonka tarkoitus on olla sisäänottoaukko ulkoilmalle sekä estää vierasesineiden, lumen ja veden pääsy ilmanvaihtojärjestelmään. Ulkoilmasäleikön huollon ja ylläpidon tehtäviin kuuluu säleikön puhdistus säännöllisesti leijuvista roskista ja lehdistä. Säleikkö voi päästää ongelmatilanteessa lunta tai vettä läpi mikä johtuu yleensä liian pienestä säleiköstä, jossa ilman nopeus kasvaa liian suureksi.

Tämän ongelman korjauksena yleensä toimii säleikön vaihto suurempaan tai rakentamalla säleikölle katoksen. [14, s. 78, 79.]

Ulkoilmapelti suojaa ilmanvaihtokonetta jäätymisvaurioilta estämällä ulkoilman pääsyn kanavistoon koneen pysähtyessä. Se toimii siten, että toimimoottori avaa pellit koneen käynnistyessä ja koneen pysähtyessä sulkee pellit tiiviisti vaurioiden ja energianhukan välttämiseksi. Sen tulee myös sulkeutua automaattisesti varolaitteiden toimiessa, esimerkiksi jäätymissuoja. Ulkoilmapellit voivat olla myös varustettuna toimimoottoreilla, jotka sähkön katketessa sulkeutuvat automaattisesti. Ulkoilmapellin huollon ja ylläpidon tehtäviin kuuluvat sen toiminnan varmistaminen mukaan lukien varolaitetoiminnot sekä puhdistus ja voitelu. [14, s. 80, 81.]

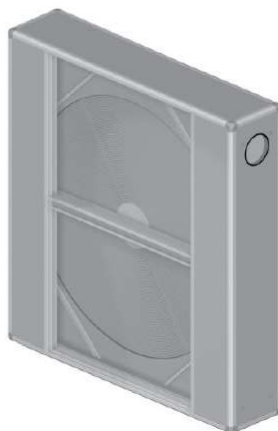
Ilmanvaihtokoneen suodattimen tehtävänä on poistaa ulkoilmasta hiukasmaiset epäpuhtaudet, suodattimet ovat yleensä kuitusuodattimia tai sähkösuodattimia. Kun vaaditaan kaasumaisten epäpuhtauksien suodatusta, ovat suodattimet kemiallisia. Yleisimmät ilmanvaihtokoneen suodatintyypit ovat karkeasuodattimet ja hienosuodattimet (kuva 9). Karkeasuodattimet voivat olla puhdistettavia tai kertakäyttöisiä, ne soveltuvat esisuodattimiksi ennen korkeatasoisempia suodattimia. Hienosuodattimet ovat hienorakenteisimpia kuin karkeasuodattimet, ne ovat kertakäyttöisiä ja niiden painehäviöt ovat suurempia. Karkeasuodattimen käyttö ennen hienosuodatinta pidentää sen huoltoväliä. [14, s. 83.]

Suodatuksen taso määrittyy sisäilman suodatuksen tason vaatimuksista sekä kanaviston puhtausvaatimuksen mukaan. Suodattimen ominaisuudet ja suodatinluokka on määriteltävä tuloilmakoneen suunnitelmissa, eikä suodattimia vaihdettaessa tule hankkia heikompiä suodattimia. Suodattimien likaantumista seurataan paine-eromittarilla. Huolto ohjelman mukainen suodattimien vaihto tehdään viimeistään, kun paine-ero saavuttaa määrätyn arvon. [14, s. 84, 85, 87.]



Kuva 9. Camfil Hi-Cap Karkeasuodatin [15]

Lämmöntalteenottolaitteella voidaan hyödyntää suuri osa poistoilman lämpöenergiasta ja käyttää sitä tuloilman lämmittämiseen. Yleisimmät lämmöntalteenottojärjestelmät ovat levylämmönsiirrin, pyörivä talteenottokenno ja patteri-patterijärjestelmä. [14, s. 85.] Levylämmönsiirrin on rakennettu alumiinisista pakoista, joissa joka toisessa välissä virtaa tuloilmaa ja vastaavasti joka toisessa välissä poistoilmaa. Lämpö siirtyy alumiinin välityksellä poistoilmasta tuloilmaan tiiviisti. [14, s. 93.] Pyörivä talteenotto (kuva 13) on rakennettu ympyrän muotoisesta lämmönsiirrinkennosta, johon on yhdistetty vierekkäin tulo- ja poistoilmanvaihto. Poistoilma lämmittää kennoa ja sen pyöriessä siirtää lämmön tuloilmaan. Pyörivä lämmönsiirrin ei voi olla täysin tiivis sen rakenteen vuoksi. [14, s. 91.]



Kuva 10. Pyörivä lämmönsiirrin [16]

Patteri-patterijärjestelmän toimintaperiaate perustuu kahteen lamellipatteriin, joista toinen asennettu tuloilman puolelle ja toinen poistoilman. Patterit on yhdistetty putkiverkostolla, jossa kiertää jäätymätön liuos. [14, s. 90.]

Lämmityspatterilla lämmitetään tuloilma haluttuun lämpötilaan, patterit voivat olla vesi, vesihöyry tai sähkökäyttöisiä. Vesikäyttöisen lämmityspatterin vaarana on jäätyminen, ja tästä syystä vaihdon lämmityspatterin läpi tulee virrata vakiovesivirta ja ne tulee varustaa jäätymisvaara-anturein. Lämmityspatterin lämpötilaa säädetään ulkolämpötilan mukaan säätökäyrällä. Höyrypattereita käytetään useasti teollisuudessa, jossa höyryä on saatavissa. Höyrypatterilla on myös sama jäätymisvaara kuin vesipattereilla. Sähköpatterit koostuvat vastuksista, jotka patterin automatiikka kytkee käyttöön tarvittaessa portaattomasti ja ne on varustettu ylikuumenemissuojilla. [14, s. 94, 95, 96, 97.]

Ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterin rakenne on samanlainen kuin lämmityspatterilla, ja siinä kiertää joko vesi tai höyrystyvä kylmäaine. Jäähdytyspatterin pinnalle tiivistyy kosteutta ilmasta, joten se on varustettava kondenssiveden poistolla. [14, s. 101.]

Tulo- ja poistoilmapuhaltimen tehtävänä on ilman siirtäminen sekä tarvittavan nopeuden ja painetasen tuotto. Puhallintyyppejä ovat aksiaalipuhallin, jossa puhaltimen siipipyörä on asennettu moottorin akselille, sekä keskipakoispuhallin, jossa siipipyörän voimansiirto tapahtuu hihnan välityksellä. [14, s. 102.] Puhaltimien käyttövoima tuotetaan sähkömoottoreilla, ja ne voidaan olla liitetty suoraan puhaltimeen tai hihnalla. [14, s. 103.]

Sähkömoottorin viat ilmenevät yleensä käyntiäänien muuttumisella tai ylikuumenemisella, sähkömoottori on suojattava moottorisuojakytkimellä mikä suojaa moottoria ylivirralta. Hihnakäyttöisten puhaltimien kiilahihnojen tulee olla ehjiä ja sopivan kireällä koska liian löysät hihnat luistavat ja kuluvat nopeasti. Liian kireät hihnat kuluttavat laakereita ja enemmän tehoa. [14, s. 104–105.]

Puhaltimen ja sähkömoottorin akselit on liitetty vierintälaakereilla. Kunnossa oleva laakeri ei pidä kitisevää tai rämisevää ääntä. Jos se lämpenee, tulee laakerin voitelu ja väljyys tarkastaa. [14, s. 106.]

## 7.2 Huolto ja ylläpito

Ilmanvaihtokoneiden tarkastuksessa tai huollossa on noudatettava varovaisuutta ja huolellisuutta, jotta vältytään tapaturmilta tai muilta laitevaurioilta. Ilmanvaihtokone on aina pysäytettävä turvakytkimeltä ennen ilmanvaihtokoneen luukkujen avaamista, ja kaikista jännitteellisistä osista on kytkettävä virrat pois. Suodattimia vaihdattaessa tulee olla työnmukaiset tarvittavat suojaimet. Huollon työturvallisuutta voidaan parantaa kahden henkilön työpareilla. Ilmanvaihtokoneen laitteiden huollossa ja tarkastuksessa ensisijaisesti tulee noudattaa laitevalmistajan sekä maahantuojaan ohjeita. [14, s. 115]

Ennen ilmanvaihdon huollon tai korjaustoimenpiteiden aloittamista tulee varmistaa, ettei siitä aiheudu tarpeetonta haittaa muulle toiminnalle. Ilmanvaihtokoneiden huoltojakson pituus määrittyy koneen vuorokautisen käytön ja sijainnin perusteella. Huoltojen suoritusajaton on suositeltua ajoittaa syksyille ja keväälle lämmityskauden alkuun ja loppuun. [15]

## 8 Ylläpidon kohdekansio

### 8.1 Kohdekansion idea lyhyesti

LVI-tekniikan kohdekansion prosessin laatimisesta tuli ajankohtaista, kun Are oy valittiin Mall of Triplan ylläpitokumppaniksi. Kun selvitin, mitkä ovat tärkeimmät prosessilla tuotetun LVI-tekniikan kohdekansion hyödyntämisen ominaisuudet, päädyin siihen että, siitä oli saatava avustava työkalu kiinteistön ylläpidolle ja huollolle, jota voidaan käyttää kiinteistön ylläpidossa ja huollossa rakennuksen elinkaaren ajan. Tärkeimpinä vaatimuksina kohdekansion luonnin perustana oli sen helppokäyttöisyys, muokattavuus ja sen käyttökelpoisuus mahdollisena pohjana myös muihin kohteisiin.

Kun selvitin mitkä ovat tärkeimmät prosessilla tuotetun LVI-tekniikan kohdekansion ominaisuudet. Päädyttiin siihen että, siitä oli saatava avustava työkalu kiinteistön ylläpidolle ja huollolle. Kansiossa on kaikkien tärkeimpien kohteissa olevien LVI-tekniikan laitteiden tekniset tiedot, valmistajan huolto-ohjeet ja sijainnit selkeästi.

Työtä laatiessa päätettiin, että on tarkoitus kerätä vain kaikkein oleelliset tiedot, joista on hyötyä. Kun laitteistojen valmistajat ja mallit ovat selvillä, voidaan vikatilanteissa hyödyntää jo valmiiksi kerättyjä valmistajan huolto-ohjeita ja teknisiä tietoja.

Totesin kohdekansion osalta myös, että sitä voidaan käyttää perehdyttämään uusia henkilöitä kohteen LVI-tekniikan järjestelmiin ja helpottamaan teknisten huoltojen toteuttamista. Jotta kohdekansion laatimisesta olisi mahdollisimman paljon hyötyä rakennuksen elinkaaren ajan, on päivittämisen oltava mahdollisimman helppoa. Kohdekansion prosessin luonnin aikana pyrittiin ottaa huomioon, kuinka hyödynnetään mahdollisimman paljon huoltokirjoissa ja kohteessa olevaa materiaalia prosessin nopeuttamiseksi.

Kohdekansion laatimisen prosessin aikana tein havainnon, että laatiessa on hyvä saada vähintään arkkitehtipohja PDF- tai DWG-tiedostoina. Arkkitehtipohjat DWG-tiedostomuodossa helpottavat kuvien muokkausta, kun voidaan käyttää CAD-ohjelmistoa. Jos kohteesta on saatavilla LVI-tekniikan järjestelmien piirustukset DWG-muodossa, niiden hyödyntäminen on suotavaa. Pohjakuvat helpottavat myös kohdekäynneillä liikkumista.

## 8.2 Ylläpidon kohdekansion laatimisen prosessi

### 8.2.1 Kohdekansion tarpeen selvitys

Ennen kuin kohdekansiota ryhdytään luomaan, tulee kohteista selvittää ja pohtia, selvittäisiinkö kyseisen kohteen osalta yksinkertaisemmalla kohdekortilla. Kohdekorttia voidaan hyödyntää yksinkertaisemmissa kohteissa, joissa LVI-tekniikkaa ei ole paljon, sekä hajautetusti. Myös kohteessa työskentelevien kiinteistöhoitajien ja työnjohtajan haastattelusta saadaan lisätietoa kohteen haastavuudesta.

Selvitystyössä tulee ottaa huomioon kohteen laajuus. Laajoissa kohteissa kuten kaupakeskuksissa, suurissa toimitilakohteissa ja kohteissa, joihin kuuluu enemmän kuin yksi rakennus. LVI-tekniikan laitteiden lukumäärät voivat olla suuria ja olla hajautettuna. Tämänlaiset kohteet hyötyvät kohdekansion laatimisesta eniten, pienissä kohteissa kohdekansiosta on vähemmän hyötyä.

Koska jokainen kiinteistö on yksilöllinen, tulee jokaisen kiinteistön kohdekansion sisältö määrittää tarpeiden mukaiseksi ja ottaa huomioon kiinteistössä olevat tekniset järjestelmät.

Kohdekansion selvitystyön tueksi tein kohdekansion kartoituksen tarkistuslistan (liite 1) johon on listattu, mitkä yleisimmät tiedot vaaditaan kohteesta. Kohteessa työskentelevillä on paras tieto kohdekansion luonnin tarpeellisuudesta, ja he voivat esittää toiveitaan mitä, kohdekansioon tulisi saada tukemaan ylläpidon ja huollon tehtäviä kohteessa. Kun nämä tiedot on kerätty, tulee tarkastella erityisesti laitteistojen lukumäärää ja sijoittelua kohteessa.

Jos havaitaan, että kohteessa tultaisiin toimeen kohdekortilla, on tärkeimmät LVI-teknisten laitteiden tiedot kerätty ja kirjattu talteen. Näillä tiedoilla voidaan täydentää kohdekorttia ja näin välttää täysin turhilta työvaiheilta.

### 8.2.2 Kohdekansion tietojen keräys

Kun kohdekansion tarpeiden määrittäminen luvun 8.2.1 mukaan on tehty ja päätetään, että kohteeseen tulisi laatia kohdekansio on, aloitettava laajempi tietojen keräys. Tietojen keräyksessä voidaan hyödyntää laatimaani liitteen 1 mukaista listaa, jolla saadaan tärkeimmät tiedot kerättyä.

Havaitsin prosessia laatiessa sen että, kohteiden huoltokirjassa on paljon tietoa ja tiedostoja kohteen historiasta. Tämän vuoksi tulee huoltokirjat tarkastaa hyödyllisten tietojen ja dokumenttien varalta. Näiden hyödyntäminen on suotavaa ainakin seuraavien osalta: huoltoraportit, korjausraportit ja pöytäkirjat. Kohteelta löytyviä laiteluetteloita on helppo käyttää hyödyksi tarkempien tietojen keräämisen apuna. Kohteesta tulee ottaa huomioon, kuinka suuri osa kohteen paperisista dokumenteista on ajan tasalla ja sisältää hyödyllisiä tietoja.

Huomioin myös, jos kohteen dokumentointi on ajan tasalla sekä sähköisessä muodossa, jolloin tietoja päästään keräämään suoraan. Tämä nopeuttaa kohdekansion kokoamista ja vähentää muokkauksen tarvetta. Jos tietojen keräyksen aikana käy ilmi, että tärkeitä

kohteen tietoja on pelkästään paperisessa muodossa, pitää ne skannata sähköiseen muotoon tietojen häviämisen välttämiseksi.

Selvitin, mitä vaatimuksia kohdekansion LVI-tekniikan laitteiden tietojen keräämisessä tulisi noudattaa. Selvisi, ettei sillä voida aiheuttaa turhia katkoksia, ja tietoja, joita ei saada hyvää työturvallisuutta noudattaen, tulee hankkia vasta, kun se on turvallista. Esimerkkeinä ovat katolla olevat huippuimurit tai lauhduttimet, joiden tietoja ei putoamisvaaran vuoksi voida selvittää.

Työturvaohjeena pidin, että jos ilmanvaihtokoneita voidaan sulkea tietojen keräämisen ajaksi ilman haittaa, tulee koneiden turvakytkimet kytkeä pois päältä asentoon. Näin varmistetaan, etteivät ilmanvaihtokoneet lähde pyörimään samalla kun pyörivien osien kuten puhaltimien sähkömoottorien ja hihnojen tiedot otetaan talteen. Keräämäni tiedon pohjalta on kuvassa 11 esimerkki laatimalleni pohjalle tuloilmakoneen tiedoista, huomiona tyyppikilvet.



## Ilmanvaihtokoneiden tiedot kohdekansioon

Kohteen nimi	Mall of Tripla
Kohteen osoite	Fredikanterassi 1, 00520 Helsinki
Kohdevastaava	
Päiväys	28.4.2020
Laatija	Jesse Kuismin

Tuloilma	
Valmistaja / malli	Koja
Tunnus	P302TK01
Vaikutusalue	Pysäköinti p1
Sijainti	p1
Ilmavirta m <sup>3</sup> /s	10,5
Suodattimen tiedot	F7/CO 592/592/520 12 kpl 592/287/520 4 kpl
Lämmöntalteenotto	Patteri
LTO pumpun tiedot / LTO-motorin tiedot	Energiakeskus
Lämmityspatterin pumpun tiedot	Grundfos Magna 3 50-100 F 280
Puhaltimen tyyppi	Fläktgroup GMEB-1-06-090-1770
Puhaltimen sähkömoottorin tiedot	APAL-6-01500-2-2-7
Kiilahihojen tiedot	Suoravetoinen

## Tyyppikilpien kuva

## Lämmityspumppu

MAGNA3 50-100 F 280				1x230V 50/60Hz		
P/N: 97924283	IP X4D	TF 110	I <sub>L</sub> [A]	P <sub>i</sub> [W]	MPa	
S/N: 10007265	EEI ≤ 0.18	Part 2	Min.	0.22	21	
PC: 1723			Max.	1.91	429	1.0
Model: C	Made in Germany					
Grundfos Holding A/S, DK - 8850 Bjerringbro, Denmark						

## Puhallin

Ref.: T322837.2	Marking: C6030000001252
Type: GMEB-1-06-090-1770	Airflow coefficient k: 5,77
Motor: APAL-6-01500-2-2-7	Max impeller speed: 1375 rpm
Efficiency: 67,1	Max Hz/rpm: 70,5 Hz
N/FMEG: 69 (Target 62)	Max temp.: 40 °C
VSD integrated: yes	Max Hz given at 0m (rho = 1.2 kg/m <sup>3</sup> )
Static/Total: Static (A)	Wt 358 kg
Made in Finland	www.flaktgroup.com

## Puhaltimen sähkömoottori

IE2 HOYER www.hoyermotors.com									
TYPE	IE2	MODEL	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
V <sub>0</sub> /V <sub>1</sub>	230/230	U <sub>0</sub> /U <sub>1</sub>	230/230	230/230	230/230	230/230	230/230	230/230	230/230
I <sub>0</sub> /I <sub>1</sub>	0.00/0.00	I <sub>2</sub> /I <sub>1</sub>	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00
P <sub>0</sub> /P <sub>1</sub>	0.00/0.00	P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00
Δ T <sub>0</sub>	0.00	Δ T <sub>1</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>2</sub>	0.00	Δ T <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>4</sub>	0.00	Δ T <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>6</sub>	0.00	Δ T <sub>7</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>8</sub>	0.00	Δ T <sub>9</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>10</sub>	0.00	Δ T <sub>11</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>12</sub>	0.00	Δ T <sub>13</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>14</sub>	0.00	Δ T <sub>15</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>16</sub>	0.00	Δ T <sub>17</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>18</sub>	0.00	Δ T <sub>19</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>20</sub>	0.00	Δ T <sub>21</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>22</sub>	0.00	Δ T <sub>23</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>24</sub>	0.00	Δ T <sub>25</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>26</sub>	0.00	Δ T <sub>27</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>28</sub>	0.00	Δ T <sub>29</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>30</sub>	0.00	Δ T <sub>31</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>32</sub>	0.00	Δ T <sub>33</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>34</sub>	0.00	Δ T <sub>35</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>36</sub>	0.00	Δ T <sub>37</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>38</sub>	0.00	Δ T <sub>39</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>40</sub>	0.00	Δ T <sub>41</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>42</sub>	0.00	Δ T <sub>43</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>44</sub>	0.00	Δ T <sub>45</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>46</sub>	0.00	Δ T <sub>47</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>48</sub>	0.00	Δ T <sub>49</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>50</sub>	0.00	Δ T <sub>51</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>52</sub>	0.00	Δ T <sub>53</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>54</sub>	0.00	Δ T <sub>55</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>56</sub>	0.00	Δ T <sub>57</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>58</sub>	0.00	Δ T <sub>59</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>60</sub>	0.00	Δ T <sub>61</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>62</sub>	0.00	Δ T <sub>63</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>64</sub>	0.00	Δ T <sub>65</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>66</sub>	0.00	Δ T <sub>67</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>68</sub>	0.00	Δ T <sub>69</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>70</sub>	0.00	Δ T <sub>71</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>72</sub>	0.00	Δ T <sub>73</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>74</sub>	0.00	Δ T <sub>75</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>76</sub>	0.00	Δ T <sub>77</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>78</sub>	0.00	Δ T <sub>79</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>80</sub>	0.00	Δ T <sub>81</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>82</sub>	0.00	Δ T <sub>83</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>84</sub>	0.00	Δ T <sub>85</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>86</sub>	0.00	Δ T <sub>87</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>88</sub>	0.00	Δ T <sub>89</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>90</sub>	0.00	Δ T <sub>91</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>92</sub>	0.00	Δ T <sub>93</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>94</sub>	0.00	Δ T <sub>95</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>96</sub>	0.00	Δ T <sub>97</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>98</sub>	0.00	Δ T <sub>99</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ T <sub>100</sub>	0.00	Δ T <sub>101</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kuva 11. Oma esimerkkipohja täytettynä taulukosta ilmanvaihtokoneen tiedoilla.

Lämmönjakokeskuksen kaikki tarvittavat tarkemmat tiedot ovat yleensä saatavilla lämmönjakohuoneen seinällä laitteiden mitoitusaulukosta (kuva 12). Tiedot voidaan siirtää omaan taulukkoon tai käyttää rakennusten kaukolämmitysmääräykset ja ohjeet Julkaisusta K1/2013 löytyvää taulukkoa. Myös kohteen kaukokylmäkesuksista tulee ottaa ylös samat tiedot.

LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS							
SIIRTIMET	Yksikkö	Käyttövesi KV01LS01		Lämmitys PV01LS01		Ilmanvaihto IV01LS01	
Valmistaja		WTT		WTT		WTT	
Malli		WP7-24/24		WP4-14		WP8-80	
Teho	kW	308		20		800	
		Ensio	Toisio	Ensio	Toisio	Ensio	Toisio
Virtaus	dm3/s	1,63	1,63	0,07	0,16	2,73	6,39
Lämpötilat	C-aste	70 - 25	10 - 55	115 - 45	40 - 70	115 - 45	40 - 70
Painehäviö	kPa	20	19	0,5	2,2	3,1	15
Suun.paine	bar	16	16	16	16	16	16
Rak.paine		AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316
SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesi KV01TV01		Lämmitys PV01TV01		Ilmanvaihto IV01TV01, IV01TV02	
Valmistaja		HONEYWELL		HONEYWELL		HONEYWELL	
Malli		V5872B1078		V5872B1011		V5872B1086/V5872B1060	
Virtaus	dm3/s	1,63		0,07		1,95 JA 0,78	
Painehäviö	kPa	87		40		49	
Koko/kvs DN/kvs		25/6,3		15/0,4		25/10 JA 25/4,0	
PUMPUT		Käyttövesi KV01PU01		Lämmitys PV01PU01		Ilmanvaihto IV01PU01	
Valmistaja		Grundfos		Grundfos		Grundfos	
Malli/juoksup		UPS 32-80B		UPE 25-60		UPE 65-120	
Virtaus	dm3/s	0,5		0,16		6,39	
Paine	kPa	60		22,2		55	
Moott.teho	W						
PUMPUT							
Valmistaja							
Malli/juoksup							
Virtaus	dm3/s						
Paine	kPa						
Moott.teho	W						
LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN TYYPPI							
PAISUNTA JA VAROLAITTEET		Yksikkö	Lämmitys		Ilmanvaihto		
Paisunta-astia							
Verkon tilavuus		dm3			6200		
Pais.ast. tilav./esipaine		dm3/kPa	50/7100		300/150		
Varovent. koko/avaut.paine		DN/kPa	15/250		32/350		
LISÄVARUSTEET							
No	kpl	laite	mitoitussarvat				
1	1	virt.rajain/paine-eroseadin	esim. IWKA V13D35, DN50, KVS32, 0,15-1,5bar				
1	1	YHTEYS KIINTEISTÖVALVONTAAN					
LISÄTIEDOJA							
Lämpötiluksen ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero 100...350 kPa							

Kuva 12. Esimerkki kohteessa olevasta lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoituksesta

### 8.2.3 Kohdekäynnit

Kohdekansion luonnin aikana kohdekäynnit ovat tärkeässä roolissa tietojen tarkastuksessa ja keräämisessä, aina kun taloteknisen järjestelmän osio esim. lämmitys, ilmanvaihto tai jäähdytys on valmis. Kohteessa käydään huoltomiehen ja työnjohdon kanssa laitteistot ja tiedot läpi, jotta vältetään virheitä kohdekansiossa. Näissä tarkastuksissa tulee varmistaa laitteiston olemassaolo, laitteiston sijainti, laitteiston järjestelmätunnukset ja tekniset tiedot.

Tarkkuutta vaaditaan etenkin lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoituskaavion tietojen tarkastamisessa vanhojen lämmönjakokeskusten osalta. Korjattuja tai vaihdettuja pumppeja tai säätölaitteita ei välttämättä ole päivitetty.

Koska kohdekansion luonnin ideana on kasata kaikki tiedot tarkasti yhdeksi tietopakettiksi ja helpottaa kiinteistöylläpidon tehtäviä, on erittäin tärkeää varmistaa kansion tietojen oikeellisuus. Virheelliset tiedot pahimmassa tapauksessa aiheuttavat mahdollisia laiminlyöntejä tai turhaa hämmennystä.

Kohdekäynneillä tulee kirjata myös muistiin laitteistot, joita ei ole muutostöiden tai muiden syiden vuoksi lisätty huoltokirjoille tai kohteen piirustuksiin. Käyntien aikana on myös hyvä verrata kohdekansion järjestelmiä kiinteistöautomaation valvomon järjestelmiin, jotta tiedetään, pitääkö kiinteistöautomaation grafiikkaan tehdä muutoksia.

Kohdekäynneillä voidaan myös pyytää kiinteistössä toimivien kiinteistönhoitajilta ja työnjohtajilta palautetta valmiina olevista osioista, lisätoiveita lisättävistä tiedoista ja muokkauksista. Kuviin on mahdollista piirtää myös reittejä konehuoneisiin, millä helpotetaan päivystäjiä ja tuuraajia.

Jos kohteeseen sisältyy tiloja, joissa ei saa liikkua ilman lupaa, tulee nämä piirtää myös paikannuskuviin etenkin päivystäjiä ja tuuraajia varten, jolla eivät välttämättä ole tiedossa kaikki kohteen tilat.

### 8.3 Kohdekansion sisältö

#### 8.3.1 Laitteistojen tekniset tiedot

Jos kohteesta on LVI-tekniikasta laiteluettelo, voidaan se lisätä sellaisenaan laitteistojen teknisten tietojen osioon. Uusien kohteiden laiteluettelot usein pitävät vielä paikkaansa, jolloin laiteluettelosta on suuri apu kohdekansion laatimisessa. Vanhojen kohteiden laiteluettelosta tulee varmistaa, että tiedot pitävät yhä paikkaansa. Laiteluettelossa on ilmoitettu jokaisen LVI-tekniikan laitteen yksityiskohtaiset tiedot, kuten ilmanvaihtokoneen laitetyyppikohtaiset vaatimukset, sijainti ja ilmavirta. Esimerkkinä näkyvät kuvassa 13 ilmanvaihtokoneen suodattimen vaatimukset, joissa on ilmoitettu kaikki suodattimen vaatimukset. Jos ilmanvaihtokone T303 vaatii yllättävän tuloilmansuodattimen vaihdon eikä varasuodattimia ole kohteella, kuvan 14 tiedoilla voidaan pyytää suodatintoimittajilta oikean suodatusluokan suodatinta, joka täyttää myös muut suunnittelijan sille laatimat vaatimukset.

T 303 S 01 Suodatin		REH IU2.3
> Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset		S Suodatin
Sijainti	T T- IV-konehuone (H4, länsi)	
Käyttötarkoitus		
Malli (esimerkki)		
Ilmavirta m³/s	4,4	
Suodatinluokka EU	7	
Otsapintanopeus, max. m/s	2,5	
Alkupainehäviö, max. Pa	60	
Painehäviö, mitoitus (50 % likaantuminen) Pa	110	
Tehollinen nopeus m/s	0,15	
Suodatinosan pituus mm	650	

Kuva 13. Suodattimen tyyppikohtaiset vaatimukset. Laiteluettelo Granlund Oy.

Toisena esimerkkinä laiteluettelon hyödyllisyydestä osana kohdekansiota voidaan tarkastella porrashuonekoneen tietoja laiteluettelosta kuvassa 14. Laiteluetteloon on listattu kaikki tiedot, joilla voidaan suorittaa ilmanvaihtokoneen huolto, ja myös käyttö- ja huolto-ohjeiden haku helpottuu. Kone tulee kuitenkin kohdekierroksella käydä tarkastamassa koska, aina malliesimerkin mukaisia laitteita ei käytetä. Koska kyseessä on pakettikone, voidaan sen tiedot lisätä haluttaessa kuvan 16 mukaiseen pohjaan. Kuvassa on täytetty esimerkki, jossa puhaltimen tiedot on haettu Systemair-sivustolta, jossa SAVE VSR 300-esitteessä kerrotaan puhaltimen valmistaja. Näin voidaan hyödyntää valmistajan käyttö-

ja huolto-ohjeiden tietoja laitteistojen teknisten tietojen täydentämiseen. Tyyppikilpien kuvien kohdat on piilotettu, koska kaikki tärkeimmät tiedot on saatu suoraan laiteluettelon kautta.

K 361 TK/PK Tulo- ja poistoilmakone		IU2.1	IU2.1
> Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset	Käyttötapa: Pakettikone		
Sijainti	K D1-732 Porrashuone, K3 krs		
Käyttötarkoitus	Porrashuone D1-732		
Valmistaja	Systemair		
Malli (esimerkki)	SAVE VSR 300		
Tuloilmavirta m³/s	0,06		
Tuloilma sisään lämpötila °C	-26		
Tuloilma ulos, lämpötila °C	21		
Tuloilman lämpötilahyötysuhde (kuiva) %	78		
Poistoilmavirta m³/s	0,06		
Poistoilman lämpötila °C	21		
Poistoilma sisään, suhteellinen kosteus %	30		
Suodatinluokka, tulo EU	7		
Suodatinluokka, poisto EU	3		
Liitäntäteho/P kW	2,2		
Sähkötekniset erityisvaatimukset	230V, 1-vaihe		
Kanaviston tiiviysluokka	D		
Kanaviston kokonaispainehäviö (sis. imu+painepuoli) Pa	200		
<b>Huomautukset</b>			
Valmis tulo- ja poistokonepaketti, joka varustetaan:			
-tulo- ja poistoilman suodatuksella			
-pyörivällä lämmönsiirtimellä (ei hygroskooppinen)			
-EC-puhaltimilla			
-omalla automatiikalla			
-kattoasennussarjalla			
-sähkölämmityspatterilla			

Kuva 14. K 361 Tulo- ja poistoilmakoneen tiedot. Laiteluettelo Granlund Oy.

## Ilmanvaihtokoneiden tiedot kohdekansioon

Kohteen nimi	Mall of Tripla
Kohteen osoite	Fredikanterassi 1, 00520 Helsinki
Kohdevastaava	
Päiväys	27.4.2020
Laatija	Jesse Kuismin

Tuloilma	
Valmistaja / malli	Systemair SAVE VSR 300
Tunnus	K 361 TK/PK
Vaikutusalue	Porrashuone D1-732
Sijainti	K D1-732 Porrashuone, K3 krs
Ilmavirta m <sup>3</sup> /s	0,06
Suodattimen tiedot	Suodatinluokka 7 EU
Lämmöntalteenotto	Pyörivä
Pumpun tiedot / LTO-motorin tiedot	
Lämmityspatterin pumpun tiedot	Sähkö
Puhaltimen tyyppi	ebmpapst RadiCal
Puhaltimen sähkömoottorin tiedot	EC puhallin
Kiilahihojen tiedot	
Poistoilma	
Tunnus	K 361 TK/PK
Vaikutusalue	Porrashuone D1-732
Ilmavirta m <sup>3</sup> /s	0,06
Suodattimen tiedot	Suodatinluokka 3 EU
Puhaltimen tyyppi	ebmpapst RadiCal
Puhaltimen sähkömoottorin tiedot	EC puhallin
Kiilahihojen tiedot	
Tyyppikilpien kuva	

Kuva 15. K 361 Tulo- ja poistoilmakoneen tiedot on täytetty omaan esimerkkipohjaan ilmanvaihtokoneiden tietojen osalta.

### 8.3.2 LVI-paikannuskaaviot

Kohdekansioon lisättävissä LVI-paikannuskaavioissa tulee näkyä selkeästi tärkeimpien laitteiden sijainnit, ja niiden avulla tulee pystyä liikkumaan kohteessa. Jos näin ei ole, tulee kohteen paikannuskaavioista muokata tarpeen mukaiset. Tämä vaatii kohteesta jossain muokattavassa tiedostomuodossa olevia arkkitehtipohjia, esim. DWG tai PDF, joista voidaan muokata kohteeseen tarvittavat LVI-paikannuskaaviot.

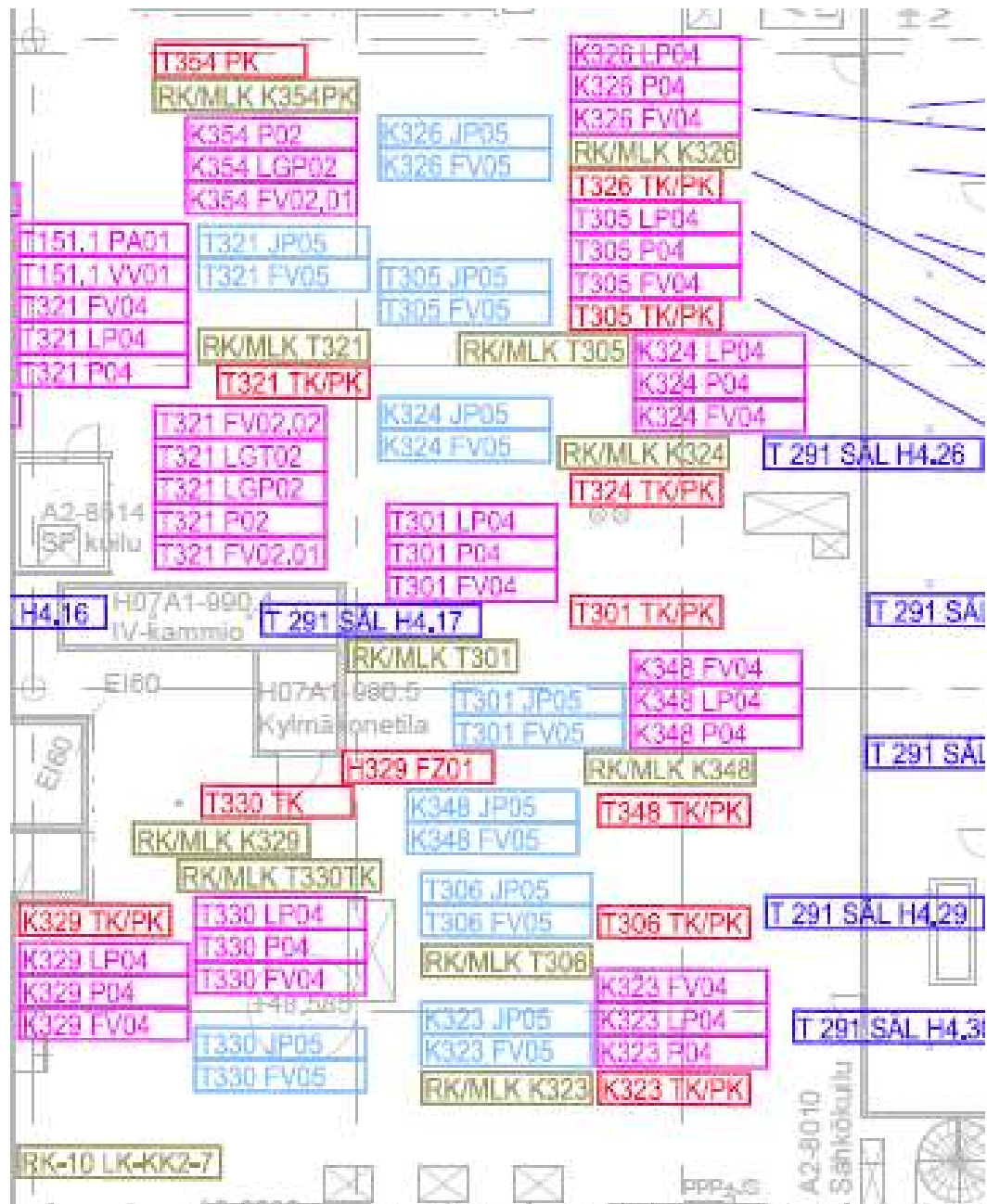
Kohteissa, joissa arkkitehtipiirustukset ovat pelkästään saatavilla paperisessa muodossa, ne voidaan muuttaa sähköiseen muotoon skannaamalla. Tässä työssä tein Mall of Triplaan kiinteistöylläpidolle ja huollolle omat paikannuskuvat. Granlundin LVI-paikannuskaavioissa on esitetty erittäin tarkasti samaan kuvaan kaikki LVI-laitteistot ja niihin liittyvät varusteet.

Tämän takia yksittäisten Ilmanvaihtokoneiden, lämmönsiirtimien ja jäähdytyslaitteiden paikantaminen koettiin hankalaksi. LVI-paikannuskuvat on myös kauppakeskuksen 1–3 kerrosten osalta jaettu neljään eri osaan, joten pohjien perusteella kohteessa suunnistaminen vaikeutuu.

Esimerkkinä on kuva 16, jossa näkyy yhden ilmanvaihtokonehuoneen Granlundin LVI-paikannusmateriaali, sitä voidaan verrata muokattuun pohjaan (kuva 17) jossa näkyvät vain ilmanvaihtokoneiden paikannustiedot.

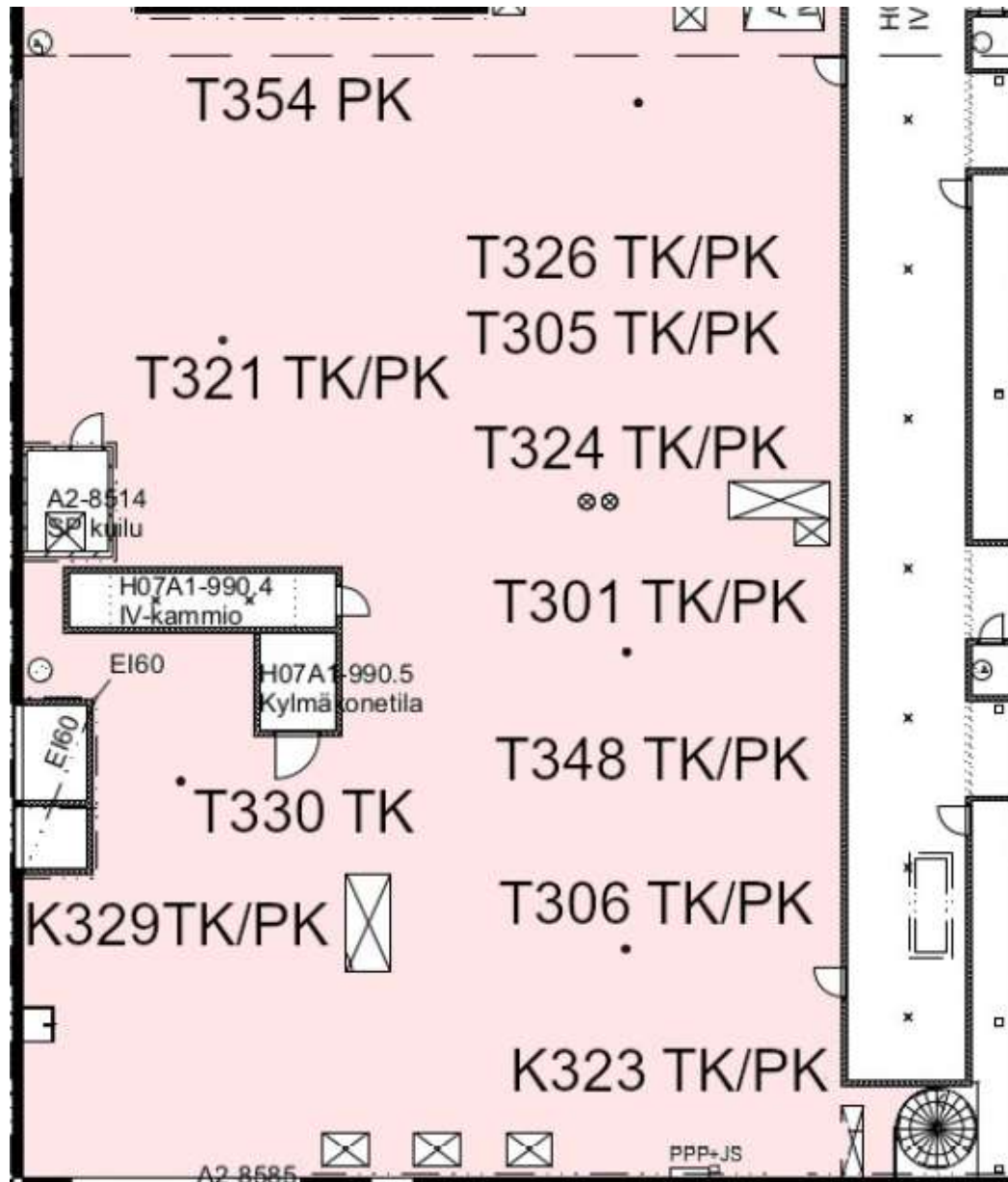
Kun ilmanvaihdon, jäähdytyksen, lämmityksen sekä veden ja viemäröinnin laitteistot ovat eriteltyinä omiin paikannuskuviin, kohteessa paikatuminen helpottuu. Paikannuskaavioita ei tulisi suunnistamisen helpottamisen vuoksi hajottaa pieniin osiin. A3:n todettiin olevan pienin paperikoko, jolle paikantamiskaaviokuvia kannattaa tulostaa. Kuvan kantaminen on vaivatonta, ja A3-kokoisen pohjakuvan avulla voi suunnistaa kohteessa ilman ongelmia. A0-kokoisessa paikannuskuvassa ongelmana on sen kömpelö käsittely.





Kuva 16. Kuvakaappaus Granlund Oy:n paikannusmateriaalin osalta ilmanvaihtokonehuoneesta.





Kuva 17. Kuvakaappaus itse muokatun paikannusmateriaalin osalta ilmanvaihtokonehuoneesta.

## 9 Ongelmat ja ratkaisut

### 9.1 Kohdekansioon lisättävien tietojen rajaus

Koska kiinteistön LVI-teknisistä järjestelmistä on saatavilla valtavat määrät tietoa, oli kohdekansioon lisättävien tietojen valinta rajattava siten, ettei kohdekansioon lisätä turhia tietoja. Tällä nopeutetaan myös kohdekansion luomista, koska tarvittavien tietojen määrä on pienempi.

Kohdekansioon vaadittavien tietojen valitsemisessa pyydettiin ilmanvaihdon korjausten työnjohtajan kantaa tämän pohjalta. Kuvan 11 pohjassa on otettu huomioon työnjohtajan pyynnöstä myös tyyppikilpien kuvien lisääminen pohjaan sen takia. Tällä mahdollistetaan, että työnjohtaja voi varmistaa kerättyjen tietojen oikeellisuuden. Kolmivaiheisissa sähkömoottoreissa on usein eri kytkennöille erilaiset virrat ja jännitteet. Ilmanvaihdon päätelaitteiston tai ilmamäärän säätimien teknisiä tietoja ei tarvitse lisätä kohdekansioon turhaan.

Putkiasennuksen ja huoltojen työnjohtajalta kysyttiin, mitkä tiedot ovat korjausten ja huoltojen osalta tärkeimpiä. Tärkeimpinä tietoina pidettiin laitteistojen sijaintien ja valmistajien tietoja. Lämmönjakokeskuksen tai kaukojäähdytyskeskuksen laitteiden mitoitus tiedot riittävät useimpiin keskuksia koskeviin korjauksiin. Hanojen, venttiilien ja vesikalusteiden tietoja ei pidetty kohdekansioon kuuluvana tietona.

Kylmätekniikan osalta toivottiin, että laitteistojen valmistaja, malli ja sijainnit olisivat tärkeimpänä tietona. Vaikutusalue ja kylmäaine sekä määrät koettiin myös tärkeiksi tiedoiksi. Näillä tiedoilla tuetaan laitteistojen huollon ja korjauksen tehtäviä, ja nämä tiedot on usein jo lisätty kylmähuoltoportteihin.

Näin saatiin ratkaistua ongelmat kohdekansioon lisättävien tietojen rajauksesta kaikkia osapuolia tyydyttävällä tavalla.

## 9.2 Kuvien muokkaus

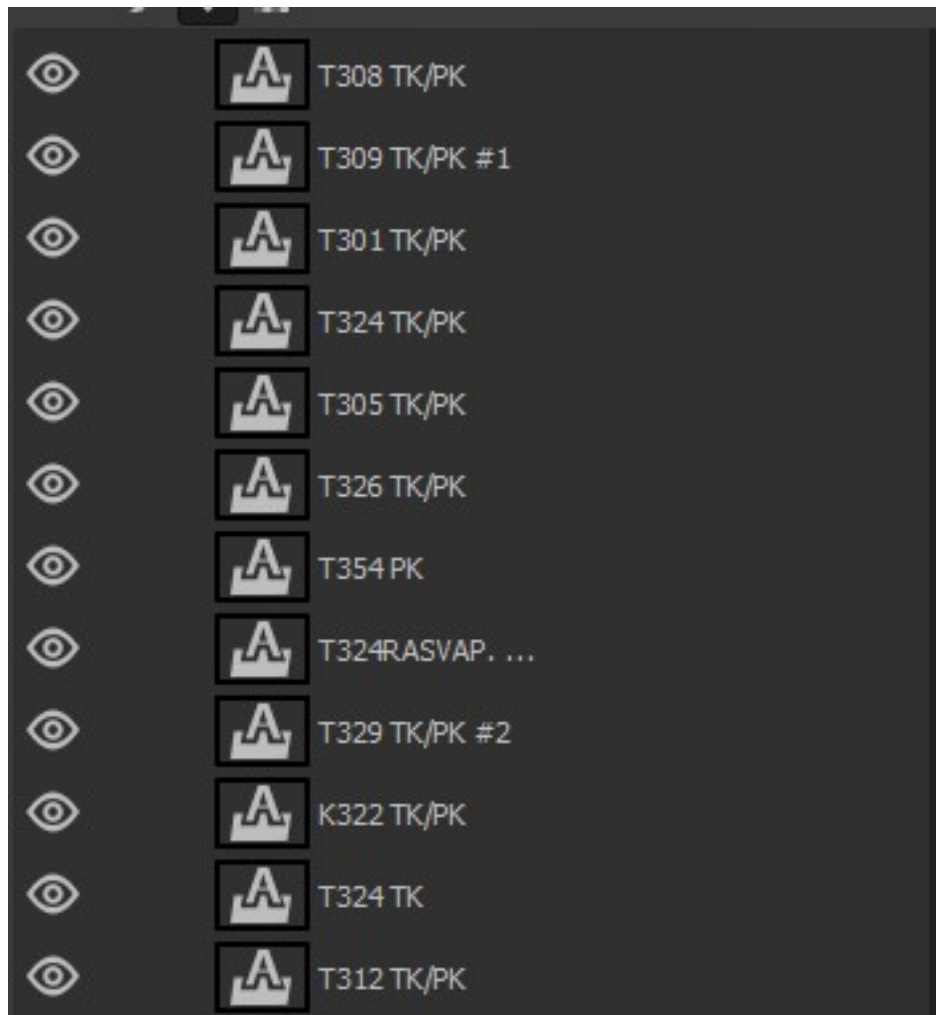
Koska pohjakuvat ei eivät aina ole saatavilla DWG-tiedostoina, tuli keksiä ratkaisu sille, millä ohjelmistolla saadaan muokattua PDF-kuvia tasotoimintojen kera.

Tämän vuoksi tuli selvittää millä ohjelmistolla kuvien muokkaus onnistuu tasotoimintojen kera. Alkuun mietittiin Adobe Photoshop kuvienkäsittelyohjelmaa, mutta nopeasti havaittiin, että ei ole järkevää hankkia kalliita lisenssioikeuksia, jos ohjelmistolla muokataan vain harvoin.

Kuvankäsittelyohjelmista selvisi, että avoimen lähdekoodin ohjelmisto GNU image manipulation-ohjelmisto (GIMP) sisältää enimmäkseen samoja kuvienkäsittelyominaisuuksia kuin PhotoShop. GIMP ei myöskään sen avoimen lähdekoodin vuoksi vaadi min-käänlaista lisenssiä, ja sen kaupallinen käyttö on sallittua. [17]

Tärkeimpänä ominaisuutena voidaan otsikot, kohteen tiedot ja selitteet kopioida yhdellä tasolla kaikkiin kuviin. Kuvassa 18 on esimerkki, miten tasotoimintoa voidaan käyttää kuvia muokatessa. Tässä jokaisen ilmanvaihtokoneen tunnus on omalla tasollaan, ja silmän kuvasta klikkaamalla voidaan piilottaa koneen tunnus kuvasta. Näin kuvia voidaan joustavasti muokata ja päivittää tarpeen vaatiessa.

Tämän vuoksi tein päätelmän, että jos tarvitsee muokata PDF-muodossa olevia kuvia, GIMP on kustannustehokkain ja paras ratkaisu kuvien muokkaamiseen. Näin DWG kuvien puuttuminen ei estä selkeämpien LVI-paikannuskaavioiden valmistamista. Työtä tehdessäni tutustuin myös kyseiseen ohjelmistoon ja totesin sen olevan helppokäyttöinen ja nopeasti opittavissa.



Kuva 18. Kuvakaappaus GIMP-ohjelmiston tasojen ominaisuudesta.

## 10 Yhteenveto

Opinnäytetyössä pyrittiin laatimaan prosessi, jolla voidaan tuottaa LVI-tekkinen kohdekansio kiinteistöylläpidon ja huollon tarpeisiin Mall of Triplaan. Työssä käytiin myös läpi, miten LVI-tekniset laitteistot toimivat, sekä tein niiden ylläpidolle ja huollolle tärkeimpien tietojen tarkastelun. Koska kiinteistöt ovat täynnä LVI-tekniikkaa, saattaa tärkeimpien tietojen hallinnasta tulla vaikeata. Tällä tavalla voidaan myös käyttää mahdollisimman paljon hyväksi kiinteistössä jo olevaa tietoa.

Laaditun prosessin mukaan selvitetään LVI-tekniisten laitteistojen tärkeimpien laitteiden tiedot, jotka eniten hyödyttävät ja tukevat kiinteistössä työskenteleviä kiinteistönhoitajia, asentajia ja työnjohtoa. Prosessiin ja kohdekansioon voidaan myös lisätä tarvittaessa laitteistoja tarpeen mukaan, joten työtä voidaan kehittää jatkossa esimerkiksi rakennusautomaation ja sähkötekniikan osalta. Rakennusautomaation osalta voitaisiin lisätä kaikki valvonnan alajakokeskusten sijainnit ja selvittää mitkä LVI-tekniset laitteet ovat ohjattuina niiden takana. Sähkötekniikan osalta voitaisiin selvittää tärkeimpien nousukeskusten sijainnit ja niiden vaikutusalueet. Näitä laitteistoita ei tarkasteltu tässä opinnäytetyössä sen vuoksi, että niille ei vielä ollut tarvetta.

Opinnäytetyön aihe oli haastava, koska aiheesta ei ole aikaisemmin tehty töitä ja kirjallisuutta oli rajallisesti käytettävissä. Prosessissa tuli myös ottaa huomioon, että se voidaan toteuttaa mahdollisimman monenlaisiin kohteisiin. Työssä tuli myös kiinnittää huomiota siihen että, kaikki tieto prosessissa tuotetusta materiaalista on mahdollisimman selkeästi ilmoitettu ja helppolukuista.

Työssä laaditun prosessin pohjalta laaditaan LVI-tekkinen kohdekansio Mall of Triplaan selkeytettyjen LVI-paikannuskaavioiden kera ylläpidon ja huollon käyttöön.

## Lähteet

- 1 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 488/13.4.2007
- 2 Myyryläinen, Leevi. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistöpidossa. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.
- 3 Talotekniset järjestelmät (LVI). 2013. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennushanke/talotekniset\\_jarjestelmat\\_lvi](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennushanke/talotekniset_jarjestelmat_lvi)> Luettu 26.4.2020.
- 4 Korkala, Tapio. 2018. Lämmitys hoito ja huolto. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.
- 5 Harju, Pentti. 2016. Vesi ja viemärintiteknikka. Kouvola: Penan tieto-opus Ky.
- 6 Kaukolämmitys. 2006. LVI 10-10398. Rakennustieto Oy.
- 7 Kiinteistöjen kaukojäähdytys. 2010. LVI 34-10462. Rakennustieto Oy.
- 8 Rakennusten kaukojäähdytys. Yhtenäiset laatuvaatimukset, suositukset ja ohjeet. J1/2014. 2015. LVI 34-10557. Rakennustieto Oy.
- 9 G-Power kaukolämmönjakokeskus. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje. huolto-ohje. 2019. Verkkoaineisto. Gebwell Oy. <<https://gebwell.fi/wp-content/uploads/2019/08/G-Power-kaukolammonjakokeskus-Asennus-kaytto-ja-huolto-ohje.pdf>> Luettu 14.4.2020
- 10 Aittomäki, Antero; Aalto, Esa; Alijoki, Tapio; Hakala, Pertti; Hirvelä, Aulis; Kaappola, Esko; Mentula, Jukka; Seinelä, Altti. 2012. Kylmäteknikka. 4. painos. Helsinki: Suomen kylmäyhdistys ry
- 11 Kaappola, Esko; Hirvelä, Aulis; Jokela, Matti; Kianta, Jani. 2012. Kylmäteknikan perusteet. 2. painos. Helsinki. Opetushallitus
- 12 Pumppaamo. Asennus- ja huolto-ohjeet. 2011. Verkkoaineisto. Talokaivo Oy. <<https://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/pdf-dwg-files/instruction-manuals/Pumppaamo-asennus-ja-huolto-ohjeet-2011.pdf?m=1526020082&>> Luettu 27.4.2020

- 13 Repo rasvanerottimet. Käyttö-, asennus- ja huolto-ohjeet. 2011. Verkkoaineisto. Talokaivo Oy. <<https://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/pdf-dwg-files/instruction-manuals/2011-01-REPO-Rasvanerottimet-kaeyttoa-asennus-ja-huolto-ohjeet.pdf?m=1526020101&>> Luettu 27.4.2020
- 14 Korkkala, Tapio. 2016. Ilmastointi hoito ja huolto. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy
- 15 Tuotetiedot, Hi-Cap pussisuodatin. 2020. Verkkoaineisto. Camfil Oy. <<https://www.camfil.com/product/documents/dam/31667/Tuotetiedot-Hi-Cap.pdf>> Luettu 27.4.2020
- 16 Future ilmankäsittelykone. Käyttö- ja huolto-ohje. 2019. Verkkoaineisto. Koja Oy. <<https://koja.materiaali.fi/folder/kiinteistot/ilmavaihto/future-ilmanvaihtokoneet/14>> Luettu 17.4.2020
- 17 Usein kysytyt kysymykset. Verkkoaineisto. Free Software Foundation, Inc. <<https://www.gimp.org/docs/userfaq.html>> Luettu 20.4.2020

## Kohdekansion kartoituksen tarkistuslista

### Kohdekansion kartoituksen tarkistuslista

Tässä ohjeessa on listattu tarkastettavat kohteet, joiden tekniset tiedot tulee kirjata.

#### Lämmönjakokeskukset

- Lukumäärät ja sijainnit
- Vaikutusalue
- Valmistusvuosi ja valmistaja
- Lämmönsiirtimien lukumäärä ja lämmitysverkostot
- Kiertovesipumppujen valmistaja ja malli
- Paisuntalaitteiston tyyppi
- Paisuntalaitteiston valmistaja ja malli
- Kaukolämmön päävesisulun sijainti
- Muut laitteet

#### Vesi ja viemärointi

- Päävesisulkujen sijainti
- Erottimien lukumäärä ja sijainti
- Erottimien hälytyskeskuksen tiedot
- Pumppaamoiden lukumäärä ja sijainti
- Pumppaamokeskusten valmistajan ja tiedot
- Muut laitteet

#### Ilmanvaihto

- Lukumäärät ja sijainnit
- Vaikutusalue
- LTO-tyyppi
  - o Vesikiertoisessa pumpun valmistaja ja malli
  - o Pyörivässä LTO-kiekon sähkömoottorin tiedot
- Lämmityspatterin pumpun valmistaja ja malli
- Puhaltimen tyyppi
  - o Suoravetoisessa sähkömoottorin tiedot
  - o Hihnavetoisessa myös kiilahihnojen tiedot
- Huippuimurien lukumäärä, sijainnit ja mallit
- Erillispuhaltimien lukumäärä sijainnit ja mallit
- Muut laitteet



### Jäähdytyslaitteisto

- Lukumäärät ja sijainnit
  - o Kaukokylmäkeskukselta samat tiedot kuin lämmönjakokeskukselta
  - o Kylmäkoneiden lauhduttimien sijainti
- Kylmäkoneiden valmistaja ja malli
- Lauhduttimien valmistaja ja malli
- Lauhdutuspiirin pumppujen valmistaja ja malli
- Muut laitteet